T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

GÖMLEK MAÇALI MODELLEME

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1 3
1. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME KONSTRÜKSİYONU OLUŞTURMAK 3
1.1. Paket CAD Programlarını Kullanma 3
1.1.1. Gömlek Maçalı Modelleme CAD Çizimini Yapmak 5
1.1.2. Maça Sandığı CAD Tasarımı 5
1.2. Uygun Mala Yüzeyini Tespit Edebilmek 9
1.3. Dökülecek Metalin Çekme Değerini Bilme 10
1.4. İşe Uygun Olarak İşleme Miktarlarını Bilme 10
1.5. Standart Gömlek Maça Başı Ölçülerini Bilme 11
1.6. Mala Yüzeyine Göre Eğim ve Koniklik Ölçüleri 12
1.7. Maça Sandığı Resmi Çizimi 14
1.8. Kalıp Resmi Çizimi 15
UYGULAMA FAALİYETİ 17
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME 18
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 22
2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMAK 22
2.1. Paket CAD Programlarını Kullanarak Modellemeyi Yapmak 22
2.1.1. Bilgisayar Destekli Üretim-CAM (Computer Aided Manufacturing) 24
2.1.2. CAD ve CAM Programlarının Genel Özellikleri 26
2.2. Takım Yolları Oluşturma 27
2.2.1. Takım Yollarının Oluşturulmasında Programlama Teknikleri 27
2.2.2. CNC Tezgâhlarda İş Bağlama Metotları 30
2.2.3. Soğutucu Gövdenin Gömlek Maçalı Modellemesini CAD/CAM Programı ile Yapma 33
2.2.4. Soğutucu Gövde Modellemesini Klasik Yöntemle Yapma 33
2.3. Malzeme 34
2.3.1. Modelleme İmalatında Kullanılan Metallerin Özellikleri 34
2.4. Model Maça Sandığı Uyumu 34
2.5. Maça Sandığı Montaj 35
2.6. Baskı Bantları 36
2.7. Emniyet Kilitleri 37
2.8. Üst Yüzey İşlemleri 37
UYGULAMA FAALİYETİ 39
ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME 40
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 43
3. GÖMLEK MAÇA SANDIĞI YAPMAK 43
3.1. Paket CAM Programları 43
3.1.1. Soğutucu Gövde Gömlek Ana Maça Sandığını CNC Tezgâhında Yapmak 44

3.1.2. Soğutucu Gövde Gömlek Maça Sandığının Klasik Yöntemle Yapılması 44
3.1.3. Soğutucu Gövde Gömlek Maça Sandığını CNC Tezgâhında Yapmak.... 44
3.1.4. Soğutucu Gövde Gömlek Maça Sandığını Klasik Yöntemle Yapmak 44
3.2. Malzeme 44
3.3. Takım Yolları Oluşturma 45
3.4. Model Maça Sandığı Uyumu 46
3.5. Maça Sandığı Montaj 46
UYGULAMA FAALİYETİ 47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 48
MODÜL DEĞERLENDİRME 49
CEVAP ANAHTARLARI 51
KAYNAKÇA 52

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI098**
ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme**
MODÜLÜN ADI	**Gömlek Maçalı Modelleme**
MODÜLÜN TANIMI	Maçalı modelleme yöntemlerinden gömlek maçalı modelleme kontrüksiyonu ve modelleme yapma yeterliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Ahşap Plastik ve Metal Modellemeler Yapma modülünü almış olmak
YETERLİK	Gömlek maçalı modelleme yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gömlek maçalı modelleme konstrüksiyonu, uygun modelleme malzemesini seçerek ve gerekli tezgâh donanımlarını kullanarak modelleme ve maça sandığı yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. Gömlek maçalı modelleme konstrüksiyonu yapabileceksiniz. 2. Gömlek maçalı modelleme yapabileceksiniz. 3. Gömlek maça başlarını ve baskı bantlarını yaparak ekleyebileceksiniz, maça sandığını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** CAD laboratuvarı, modelleme meslek resim sınıfı, endüstriyel modelleme atölyeleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bir ülkede, endüstriyel üretimin yüksek değerlere ulaşması, ülkenin yaşam standartlarının da yüksek olacağı gerçeğini yansıtır. Önemli olan; ham maddeden mamul madde hâline geçiş, zamanında kullanılan üretim tekniği, süresi, üretim tekniğinin uygunluğu ve pratikliğidir.

Günümüzde, genellikle tüm işler bilgisayar ortamında yapılmaktadır. Endüstriyel alanda makine ve parça tasarımları, çeşitli grafik programlarla yapılmakta ve bilgisayar kontrollü makinelere (CNC) aktarılarak parçaların imal edilmesi sağlanmaktadır.

Endüstri alanında istihdam edilecek bütün personelin teknik ve modüler eğitimi tamamlamış olmaları gerekmektedir. Bu tür eğitim materyalleri, sizlere bu alanda büyük avantaj sağlayacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Teknolojisine uygun olarak gömlek maçalı modelleme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kütüphane, internet ve modelleme atölyelerinden yararlanarak konu hakkında bilgi edininiz.
- Modelleme resmi, modelleme yapım resmi ve kalıplama konularında araştırma yaparak bilgi sahibi olunuz.
- Edindiğiniz bilgileri sınıfa rapor hâlinde sununuz.

1. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME KONSTRÜKSİYONU OLUŞTURMAK

1.1. Paket CAD Programlarını Kullanma

Paket CAD (Computer Aided Design) programları ile tasarım ve makine parçalarının üç boyutlu modellemeleri yapılır. Bu programlar SolidWORKS, Inventor, Unigraphics, CATIA, MasterCAM, Proengineer vb. üç boyutlu modelleme yapabilen programlar olmalıdır. Modelleme dosyası tezgâhın kullanılabileceği dosyaya dönüştürülür.

3 boyutlu katı model oluşturmak, katı modelden 2 boyutlu görünüş elde etmek, hızlı ve kolaydır. Ayrıca tek tek çizilmiş parçalar montaj hâline getirilir.

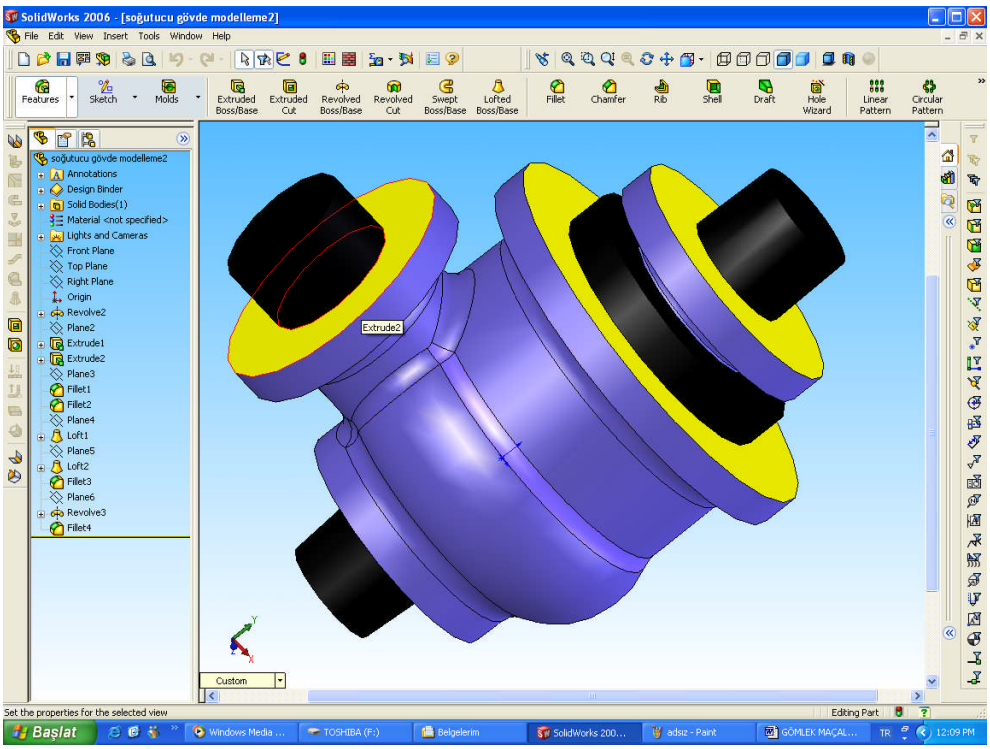
CNC tezgâhları X, Y, Z koordinatlarında hareket ederek istenilen her türlü formu veya parçayı işleme yeteneğine sahiptir. Ancak bu yeteneğe sahip olmak parçanın imali için yeterli değildir. Bu yeteneğin neticeye dönüşmesi, kullanılacak tezgâhın programlanmasının bilinmesine bağlıdır. Tezgâhın programlanabilmesi için iki temel araç; tezgâh başı programcılığı (TNC) ve bilgisayar destekli imalat (CAM) programları gerekmektedir.

İmalatta ilk işlem, ham malzemeyi kabaca model ölçülerine yaklaştırmaktadır. “Roughing” diye adlandırılan kaba işleme, bazı özel durumlar dışında şarttır. Kaba işleme aşamasından sonra, kabaca boşaltılmış hacimler biraz daha düzenlenir. Daha sonra son işlemlere benzer, biraz daha toleranslı olarak ara işlemler (semi-finish) uygulanır ve parça, gerekirse bölgesel işlemlerde uygulanarak son işlemlerle (finish) istenilen ölçülere getirilir.

Bilgisayar destekli imalat (CAM) programları, bilgisayar ortamında oluşturulmuş bir modeli sayısallaştırarak koordinatlara dönüştürür. Takımın dönme yönü ve hızı, eksen hareketlerinin muhtelif durumlardaki hızları, soğutma sıvıları vb. seçenekler göz önünde bulundurularak bu koordinatlardan takım yolu oluşturur. Takım yolu oluşturulurken bir modele ihtiyaç vardır ve modelin oluşumu için çözümü bilgisayar destekli imalat (CAD) sunar.

CAD sistemler, yüksek miktarda bilgisayar gücüne ihtiyaç duyar. Bu nedenle CAD sistemleri, mini-bilgisayar veya yüksek kapasiteli mikrobilgisayar desteklidir. Ayrıca yazıcılar, çiziciler, disk depolama cihazları gibi yardımcı cihazlar da gereklidir. Birçok kullanıcı tarafından paylaşılabilir. CAD yazılımı genellikle pahalı bir yazılımdır.

CAD yazılımı, tasarım prosesinin farklı kademeleri için kullanılan, farklı paketler hâlinde sağlanır. CAD sistemi birden fazla yazılım paketi içerir. Sistemdeki bütün paketler, verilerin transfer edilebilmesi için birbiriyle uyumlu olmalıdır.



Resim 1.1: CAD tasarım ekranı ve örnek modelleme tasarımı

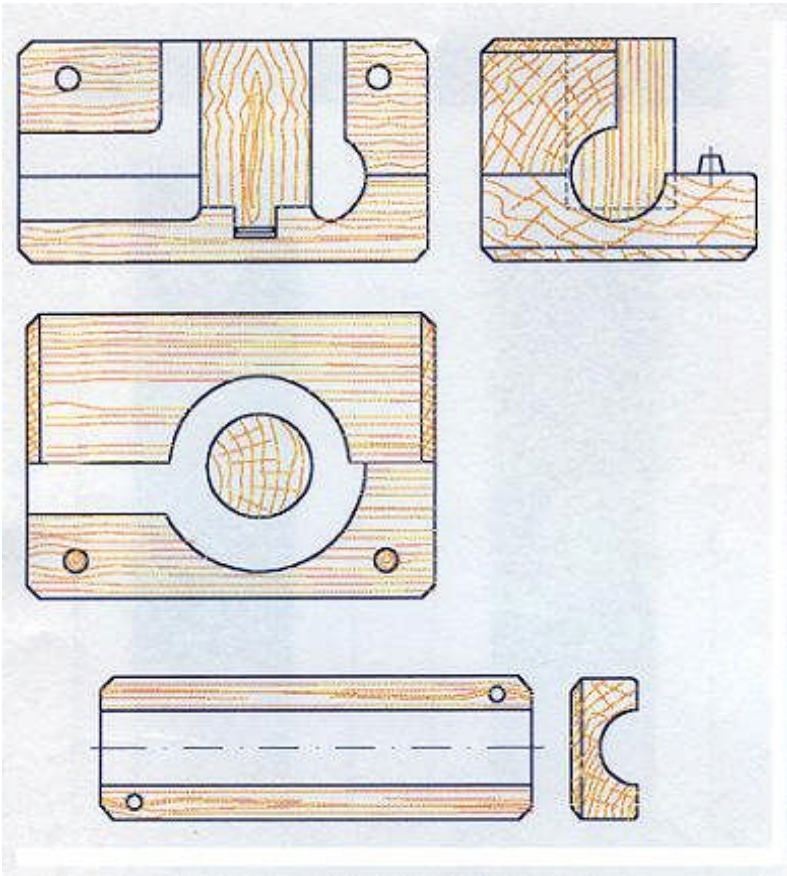
1.1.1. Gömlek Maçalı Modelleme CAD Çizimini Yapmak

Soğutucu gövde gömlek maçalı modelleme CAD çizimini yapmak için aşağıdaki işlem sırası uygulanır:

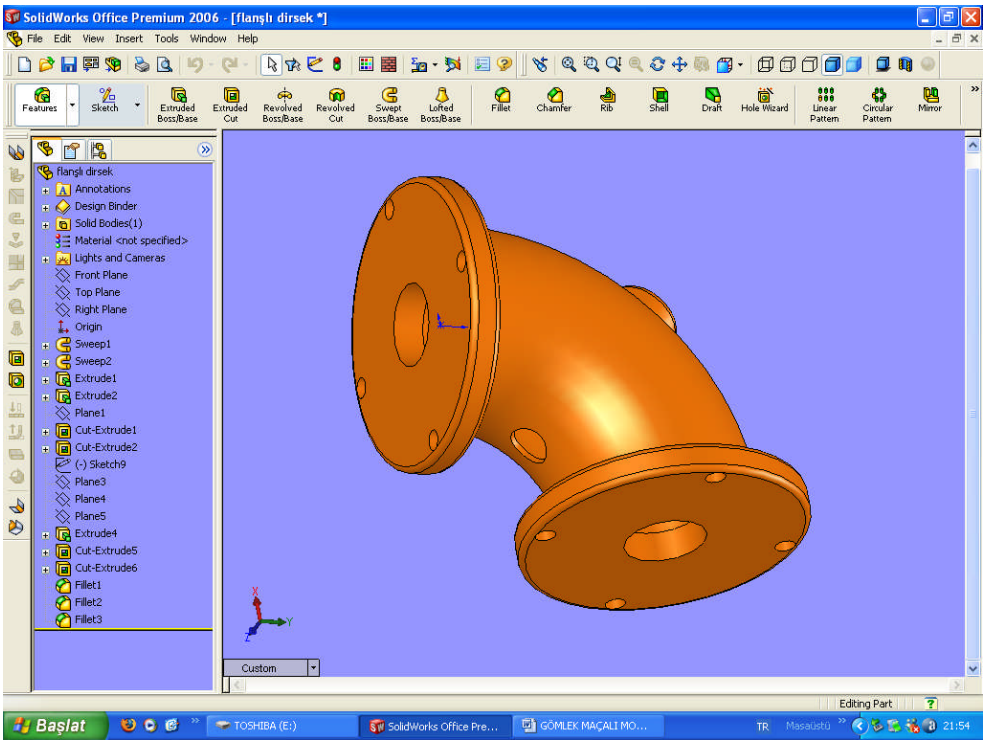
- CAD parça dosyası açılır ve gövde çizimi (sketch) yapılır.
- Gövde çizimi (sketch) yapıldıktan sonra döndür (revolve) komutu uygulanarak çizim döndürülmüş katı hâline getirilir.
- Gövde katısına dik yönde, plan (plane) atayarak çizim/sketch açılır ve boyun ve flanş çizimi yapılır.
- Boyun ve flanş katıları (solid) yine çizimi döndür (revolve) komutu ile 360 derece döndürülerek elde edilir.
- Gövde katısı (solid) ortasına plan (plane) atanarak gömlek diş gömlek boşluğu çizimi yapılır.
- Gömlek boşluğu, çizimi döndürerek boşalt (cut revolve) komutu uygulanarak elde edilir.
- Gövde katısına, plan (plane) atayarak gömlek iç gömlek katısı (solid) çizimi (sketch) yapılır.
- Boşluk bitimlerinde gövde maça başları, iç boşluk maça başı çizimleri ilgili yüzeylere çizim açılarak yükselt (extrude) komutu ile yükseltilip maça başları, katıları oluşturulur.
- Maça başlarının, yüzeylerine açılandır (draft) menüsü ile açıları verilerek modelleme tamamlanır.

1.1.2. Maça Sandığı CAD Tasarımı

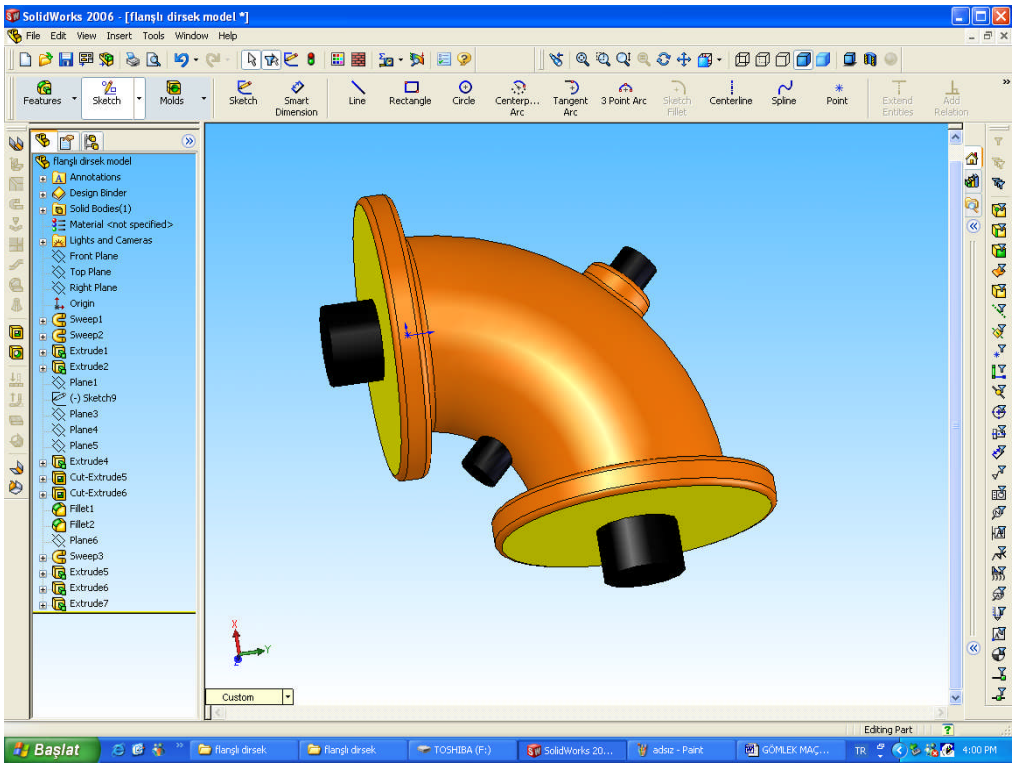
- Gövde maçası, yeni bir part (parça) dosyası açılarak iç boşluğu (sketch) çizilir. Bu iç boşluğun dışına, maça başları da dâhil olmak üzere kütük çizimi yapılır.
- Kütük, yükselt (extrude) ile yükseltilir.
- Gövde boşluğu çizimi kütük üzerine taşınır ve eksene bağlı olarak döndürülerek boşalt (cut revolve) komutu işletilir.
- Gövde maça başları boşlukları çizimleri, ilgili yüzeylere yapılarak cut revolve (döndürerek boşalt) komutu işletilir.
- Gövde maça sandığı kavelaları, yüzeye çizim açılarak yükselt (extude) komutu ile yükseltir. Bu komut içerisinde açılandır (draft) menü kutusu, aktif hâle getirilerek açılandırılır.
- Maça pahları (chamfer) komutu ile verilerek gövde maça sandığı CAD tasarımı tamamlanır.
- İç maça kütüğü çizilir ve yükselt komutu ile kütük katılaştırılır.
- Kütük iç maça boşluğu, yüzeye çizim açılarak “döndürerek boşalt” (cut revolve) komutu işletilerek elde edilir.
- İç maça sandığı kavela ve pahları katıları yapılarak iç maça sandığı tamamlanmış olur.



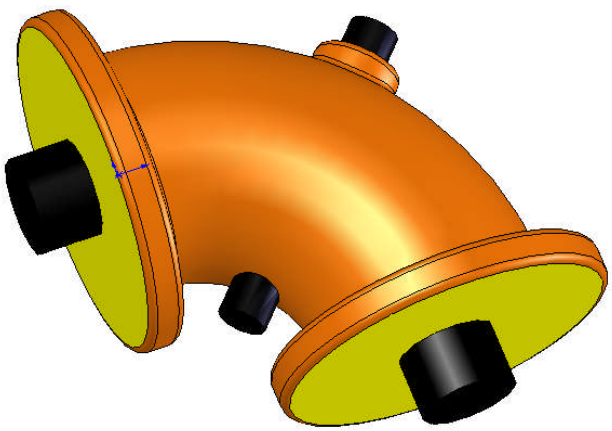
Resim 1.2: Gömlek maçalı model maça sandığı CAD tasarımı



Resim 1.3: CAD tasarım ekranı flanşlı dirsek parçası



Resim 1.4: CAD tasarımı yapılmış flanşlı dirsek modellemesi ekran görüntüsü

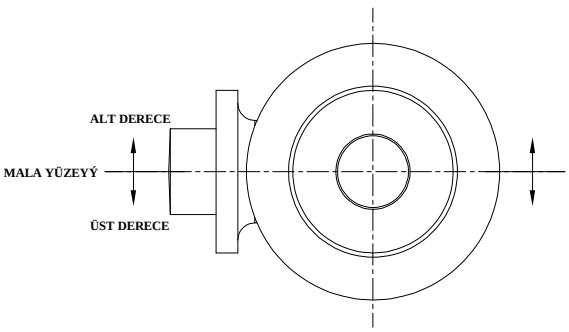


Resim 1.5: Tasarımı yapılmış flanşlı dirsek modellemesi

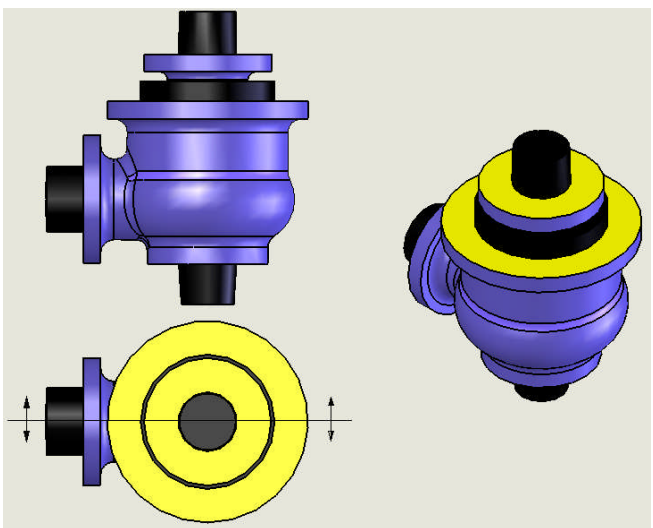
1.2. Uygun Mala Yüzeyini Tespit Edebilmek

Kalıbın ayrılma yüzeyine, mala yüzeyi denir. Mala yüzeyi, kalıbın açılarak modelin içerisinden çıkmasını sağlar. Mala yüzeyi, modellemenin hatasız kalıplanmasını sağlayacak yüzeylerden seçilir. Ayrıca mala yüzeyi seçiminde parçanın şekli, kalıplama tekniği ile kalıplama sayısı çok önemlidir.

Az sayıda kalıplanacak modeller, el işçiliği ile kalıplanır. Çok sayıda kalıplanacak modeller (seri üretim modellemeleri) plaka üzerine bağlanarak kalıplama makinelerinde kalıplanır.



Şekil 1.: Mala yüzeyinin gösterilişi



Resim 1.6: Modellemenin mala yüzeyinin resim üzerinde gösterilişi

1.3. Dökülecek Metalin Çekme Değerini Bilme

Kalıba, yüksek ısı derecesinde dökülen maden, soğuma esnasında hacimce küçülmeye maruz kalır. Buna çekme denir. Çekmeyi ölçülerde meydana gelen küçülme olarak ifade edebiliriz. Her metal malzemenin çekme oranı farklıdır. Oran % olarak ifade edilir (Örneğin dökme demir çekme miktarı % 1 gibi).

Döküm malzemesi	DIN Standardı	TSE Standardı	Çekme miktarları % olarak
Lamelli grafit dökme demir	GG10 GG20 GG35	DDL 18 DDL 22	%1,0
Küresel grafitli ve tavlanmış tavlanmamış dökme demir	GG40	Sfero DDL26	%1,2
Çelik döküm	GS38 GS60		%2,0
Alüminyum döküm alaşımlar Magnezyum döküm alaşımlar		G-AlSl 12 G-MgAl8Zn1	%1,5 %1,5
Bakır–kalay döküm alaşımlar (bronz)		G-CuSn12	%1,5
Bakır-çinko döküm alaşımlar (Pirinç)	1709	CuZn	%1,5
Bakır-çinko-alüminyum		G-CuZn25Al5	%1,5

Tablo 1.1: Metallerin çekme miktarları

1.4. İşe Uygun Olarak İşleme Miktarlarını Bilme

İşleme payı, imalat resmi üzerinde yüzey kalite işaretleriyle gösterilen dökümden sonra, özel bir işlemeye tabi olacak yüzeyleri gösterir. Bu yüzeylere işleme yüzeyleri denir.

İşleme payı: İşlenecek yüzeylere, yüzey ölçülerine ve yüzey kalitesine bağlı olarak modellemeye verilen fazlalığa işleme payı denir.

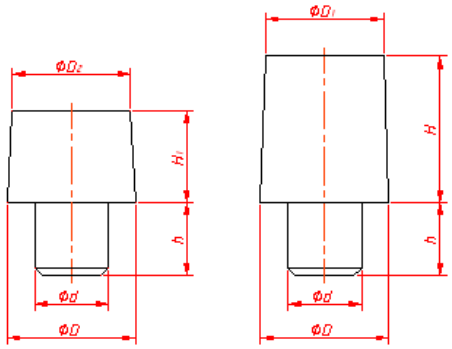
İşlemeye etki eden faktörler:

- **Dökülecek metalin cinsi:** Dökülecek malzeme, dökme demir veya çelikse yaş kalıplara dökümü sırasında yüzey sert olur. Yüzeyin sert tabakasının altından işleme yapmak gerekeceğinden en az 3 mm işleme payı vermek gerekir.
- **İşlenecek yüzeyin büyüklüğü:** İşlenecek yüzeyler el takımlarıyla işlenecekse yüzeylere 2 mm, işleme payı vermek yeterli olacaktır. Büyük yüzeyler işlenecekse bu yüzeyin dökümden sonra deforme olacağı dikkate alınarak 8-12 mm işleme payı verilebilir.

- **Makine ya da elde işlenmesi:** El takımı ile işlenecek yüzeylere işleme payı az verilir. Makinede işlenecek yüzeylere yüzeyin işlenme hassasiyetine göre 3 mm veya daha fazla işleme payı verilir. İşleme payı, istenilen düzgün yüzeyi elde edebilmek, malzeme israfına ve zaman kaybına meydan vermemek için gereği kadar verilmelidir.

1.5. Standart Gömlek Maça Başı Ölçülerini Bilme

Gömlek maçalı modellemeler, yatık kalıplama veya dik kalıplama yöntemleriyle kalıplanır. Her iki yöntemde de maça başı ölçüleri yatık ve dik kalıplanan modelleme, maça başı standartlarına göre olur. Maça başları ölçülerinde her zaman esas olan maça hacmini taşıyacak maça başı boyunun verilmesidir. Ayrıca diğer bir husus da maça başlarının maça kütlesine taşıyabilecek hacimlerde yapılmasıdır. Modellemelerde norm olarak kullanılan yatık ve dik maça başı ölçüleri, gömlek maçalı modeller için de geçerlidir. Yalnız burada esas olan, ana maça içerisine konacak maçanın, maça başı boylarının gerekli ölçülerde olmasıdır.



D	D_2	D	H_1	h
25	22	20	20	20
30	27	20	25	20
35	32	20	25	20
40	37	20	25	20
45	42	25	30	25
50	47	25	30	25
55	52	25	35	25
60	57	25	35	25
65	62	25	40	25
70	67	30	40	30
75	72	30	40	30
80	77	30	40	30

D	D_1	d	H	h
25	24	20	30	20
30	29	20	35	20
35	34	20	40	20
40	39	20	45	20
45	44	25	50	25
50	49	25	50	25
55	54	25	55	25
60	59	25	60	25
65	64	25	60	25
70	69	30	60	30
75	74	30	60	30
80	79	30	60	30

Tablo 1.2: Dik maça başları standart ölçüleri

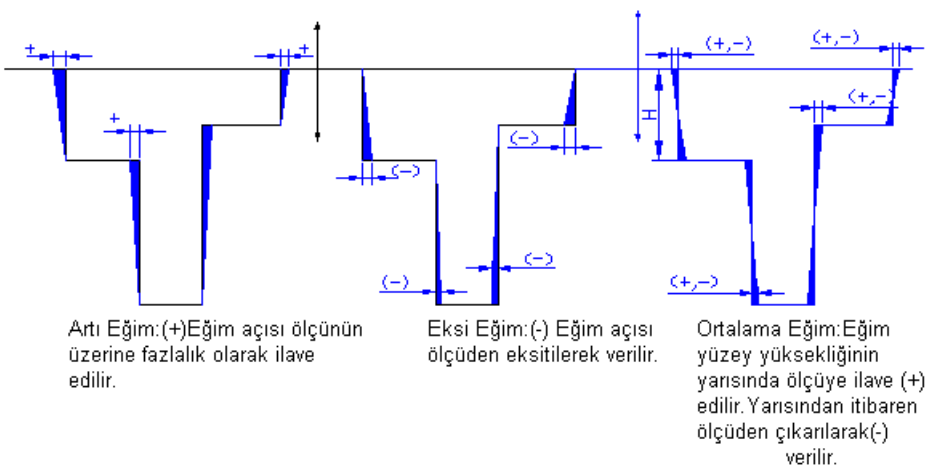
Çap (mm)	Uzunluk (mm)
10-20	30
20-40	40
40-60	50
60-100	60
100-200	70
200-300	80
300'den büyük	100

Tablo 1.3: Yatık kalıplanan modellerde maça başı ölçüleri

1.6. Mala Yüzeyine Göre Eğim ve Koniklik Ölçüleri

Modellemenin, kalıplandıktan sonra kalıbı bozmadan çıkarılabilmesi için mala yüzeyine dik olan yüzeylere verilen açıdır. Bu açı, tek yüzeylere verildiğinde eğim, karşılıklı (silindirik) yüzeylere verildiğinde koniklik adını alır. Modele üç tür eğim verilir:

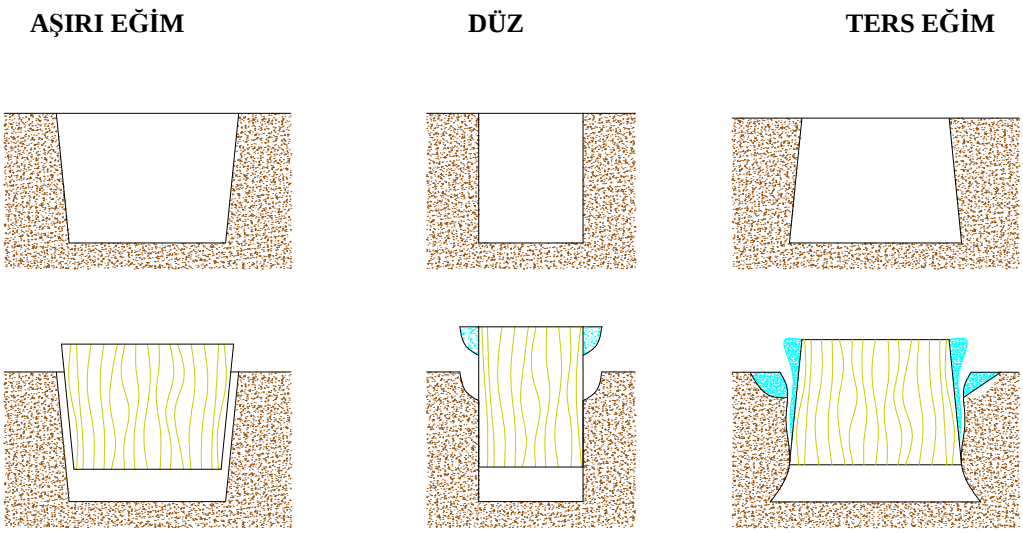
Artı eğim: Eğim açısı veya % miktarı modellemenin üzerine fazlalık olarak verilir.
Eksi eğim: Açısı veya % miktarı modellemenin ölçüsünden eksiltilerek verilir.
Ortalama eğim: Eğim modellemenin yüzeyine, yüksekliğin yarısında ilave, yarısından sonra eksiltilerek verilir. Eğimler mala yüzeyine göre pozitif büyüme meydana getireceği gibi bazı durumlarda negatif küçülme veya hiçbir fark meydana getirmeyebilir.



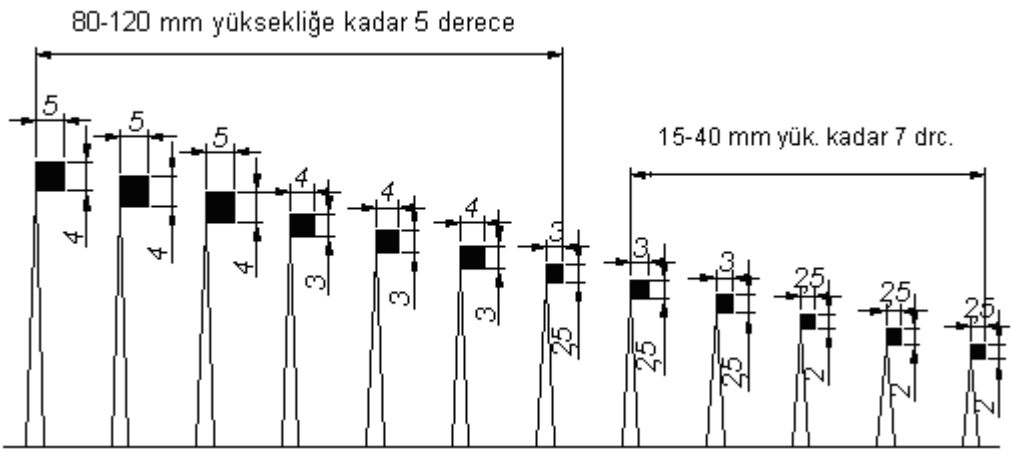
Şekil 1.2: Çeşitli eğim türleri

Gömlek maçalı modellemelerde de yüzey eğimleri, tayin edilen mala yüzeyine göre olur. Geniş yüzeylerin eğimleri ve gömlek maça başlarının ana maça içerisindeki eğimleri, gömlek maçanın rahat oturması için fazla verilmelidir. Gömlek maçalı modelleme yüzey eğim normu, diğer modellemelerde kullanılan normlardan farklılık göstermez. Esas olan,

gömlek maçalı modellemenin kalıplama esnasında, kumdan bütün yüzeylerinin rahat çıkmasını sağlamaktır.



Şekil 1.3: Eğimlere göre kumdan çıkma pozisyonları

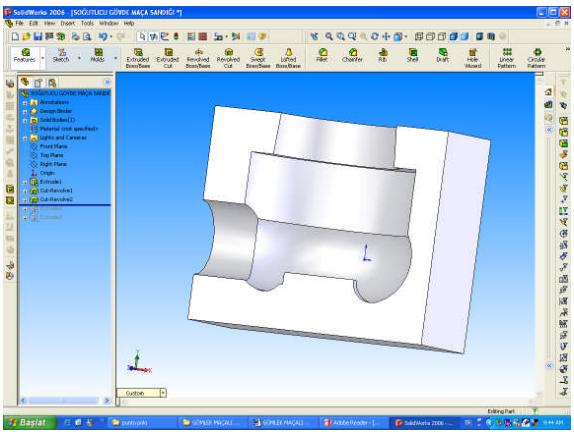


Şekil 1.4: Yüksekliğe göre eğim açıları

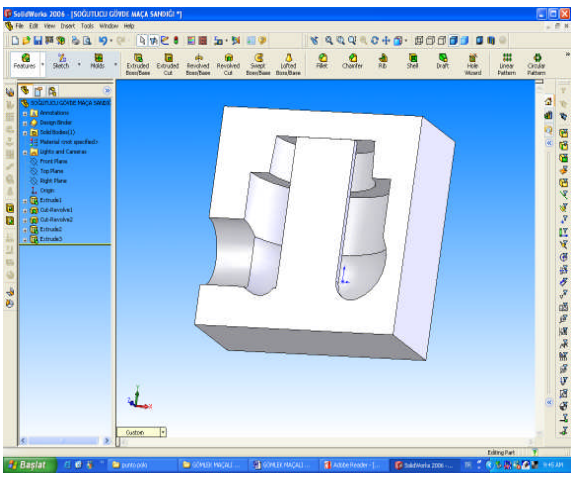
1.7. Maça Sandığı Resmi Çizimi

İç boşlukların kalıp içinde elde edilmesi için yapılan hacim sandıklarına maça sandığı denir. CAD programında parça resimleri 3 boyutlu katı resimleri oluşturulur. Oluşturulan 3B katı modellemelerden 2 boyut görünüşleri elde edilir. 3B katı modellemeler oluşturulurken 2B taslak çizimlerden yararlanılmaktadır.

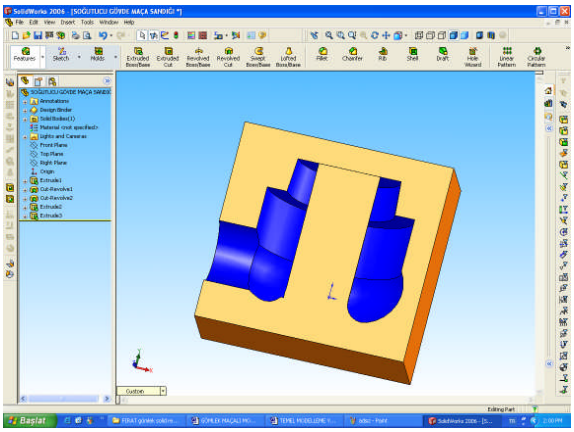
Maça sandığı çizilecek modellemenin iç boşlukları ölçülerinin hesaplaması yapılır. Burada, modelleme üzerindeki maçaların oturması için maça başı ölçüleri belirlenir. İç boşluk ölçülerine göre maça başı uzunlukları ilave edilir. Modelleme üzerinde işleme payı varsa yüzeylere işleme payı verilerek maçanın tam ölçüsü bulunur. Buradaki ölçülere göre, üç boyutlu olarak CAD programında taslak sayfası açılarak çizim yapılır.



Resim 1.7: CAD ortamında maça sandığı çizimi



Resim 1.8: Gömlek maça sandığı iç gömlek maçası CAD tasarımı



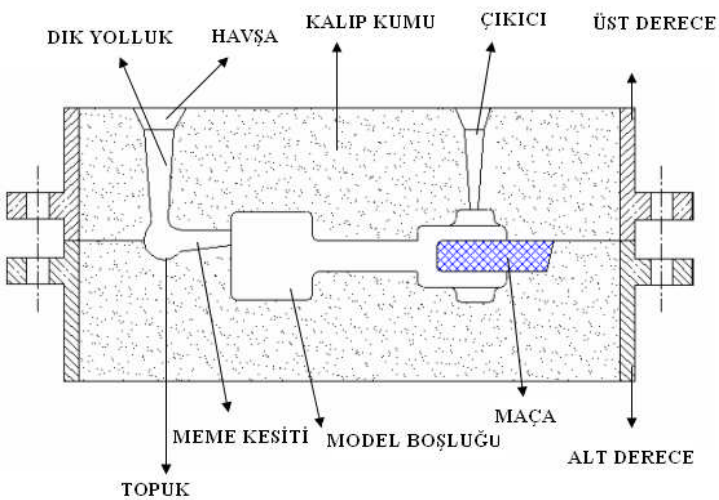
Resim 1.9: CAD ortamında maça sandığı çizimi son hâli

1.8. Kalıp Resmi Çizimi

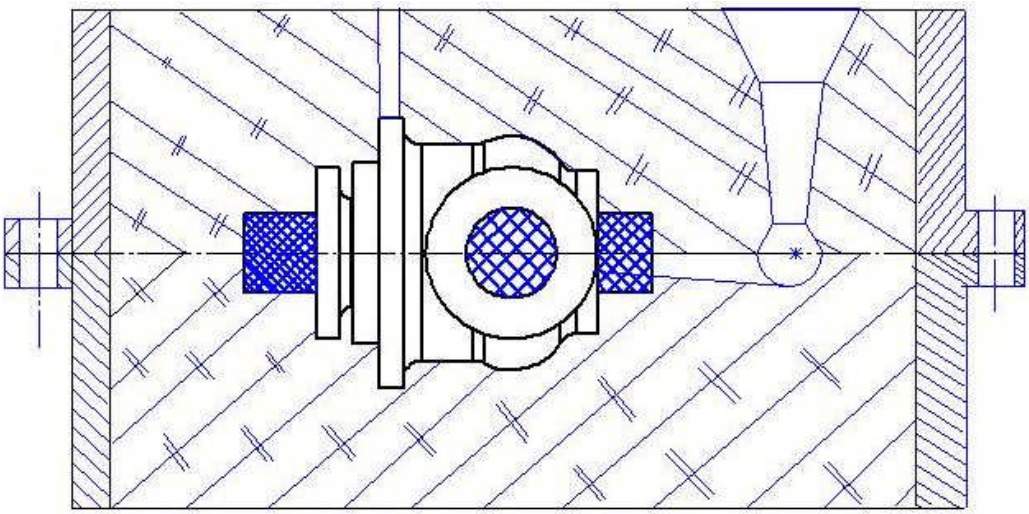
Günlük hayatta kullandığımız eşyalar, birer kalıp ürünüdür. Modellemelerin resimlerinin çizimlerinde kalıp derecelerinin, yolluk ve çıkıcıları modellemenin derece içerisindeki konumlarının belirtilmesi gereklidir. Kalıplama işlemlerinde şu hususların belirtilmesi gerekir:

- Kalıbın ayrılma yüzeyinin belirtilmesi
- Alt ve üst kalıp derecelerinde modellemenin çizilmesi
- Yolluk ve çıkıcıların belirtilmesi
- Kalıp içerisinde maçaların gösterilmesi

Kalıp resmi için mala yüzeyine göre alt derece ve üst derece çizimi yapılır. Modellemenin kalıp içerisindeki pozisyonu, yolluk besleyici, çıkıcı ve meme kesitleri gösterilir. Kum taraması yapılır ve modellemenin döküme hazır son hâli belirtilir.



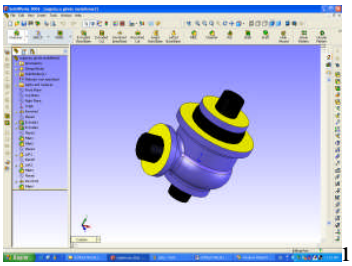
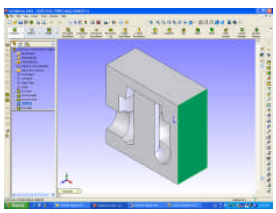
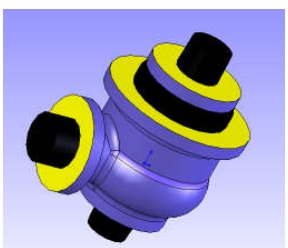
Şekil 1.8: Kalıplama resmi



Şekil 1.9: Soğutucu modeli kalıplama resmi

UYGULAMA FAALİYETİ

Gömlek maçalı modelleme yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ CAD ortamında, modelleme ve maça sandığı konstrüksiyonunu oluşturunuz.	➢ CAD programını açınız. Modellemeyi çiziniz. 
➢ Maça sandığı montaj resmini, üç boyutlu olarak oluşturunuz.	➢ Modellemeye uygun ölçülerde maça sandığını çiziniz. 
➢ Modelleme ve maça sandığı gerecini seçiniz.	➢ Modelleme döküm sayısına göre modelleme gerecini seçiniz.
➢ Modelleme ve maça sandığı gerecine göre tezgâh ve donanımları seçiniz.	➢ Modelleme ve maça sandığının yapım malzemesinin işleneceği tezgâhı seçiniz. Uygun kesicileri seçiniz.
➢ Modeli oluşturunuz.	
➢ Maça sandıklarını oluşturunuz.	

ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Paket CAD programları kullanılarak ne yapılır?
   A) 3 boyutlu modelleme
   B) Maça sandığı
   C) Eğim
   D) Mala yüzeyi

2. X, Y, Z koordinatlarında hareket ederek istenilen formu vermeye yarayan bilgisayar kontrollü tezgâhlara ne ad verilir?
   A) BMC
   B) ADSL
   C) CNC
   D) ABC

3. Modelleme CNC'ye aktarılmadan önce hangi işlem yapılır?
   A) CAD
   B) MAP
   C) DNP
   D) AKLP

4. CAD tasarımı yapılan parçaya daha sonra hangi işlem uygulanır?
   A) CAD
   B) TAM
   C) CAM
   D) BMP

5. CAD programının avantajları nelerdir?
   A) İş zamanı verimli kullanılır.
   B) İş zamanı verimsiz kullanılır.
   C) Mala yüzeyi belirlidir.
   D) Koniklik belirlidir.

6. Modellemenin kalıptan çıkmasını sağlayan unsur nedir?
   A) Maça başı
   B) Mala yüzeyi
   C) İşleme payı
   D) Derece

7. Kalıba yüksek ısı derecesinde dökülen maden, soğuma sırasında hacimce küçülür. Buna ne denir?

A) Maça
B) Mala yüzeyi
C) İşleme payı
D) Çekme

DEĞERLENDİRME

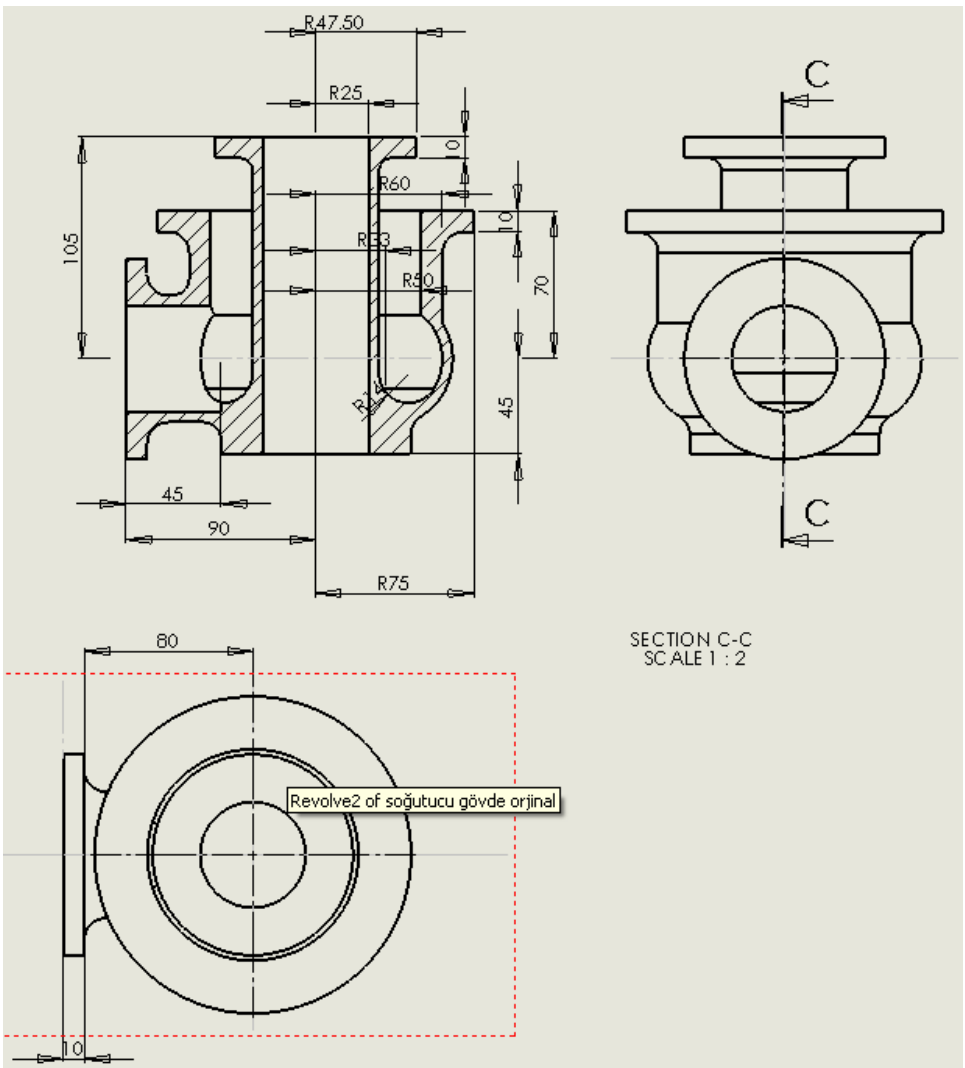
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Uygulamalı Test"e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Aşağıda imalat resmi verilen gömlekli soğutucu DDL 18'den 60 adet dökülecektir. Modelleme yapımına esas olacak;

- Mala yüzeyinin,
- İşleme paylarının,
- Çekme paylarının,
- Eğim ve konikliklerinin,
- Maça başlarının ve maça sandığının

CAD ortamında tasarımını ve modellemesini yapınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Modelleme döküm gereci tespitini yaptınız mı?		
2. Modellemenin kaç adet dökületeceğini belirlediniz mi?		
3. Döküm sayısına göre modelleme gerecini seçtiniz mi?		
4. Kalıplama durumuna göre mala yüzeyi seçimini yaptınız mı?		
5. Kalıplamada alt ve üst derece konumlarını tespit ettiniz mi?		
6. Mala yüzeyine göre modellemenin eğimlerini verdiniz mi?		
7. Eğim normlarını incelediniz mi?		
8. Yüzey kalite normlarını incelediniz mi?		
9. İmalat resmindeki yüzey kalite işaretlerine göre modellemeye ölçü fazlalığı verdiniz mi?		
10. Çekme payları çizelgesini incelediniz mi?		
11. Döküm gerecinin çeşidine bağlı olarak ölçülere çekme payı verdiniz mi?		
12. Modelleme verilerine göre CAD ortamında çizim yaptınız mı?		
13. Modelleme üzerinde maça başlarını gösterdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Teknolojisine uygun olarak gömlek maçalı modelleme yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

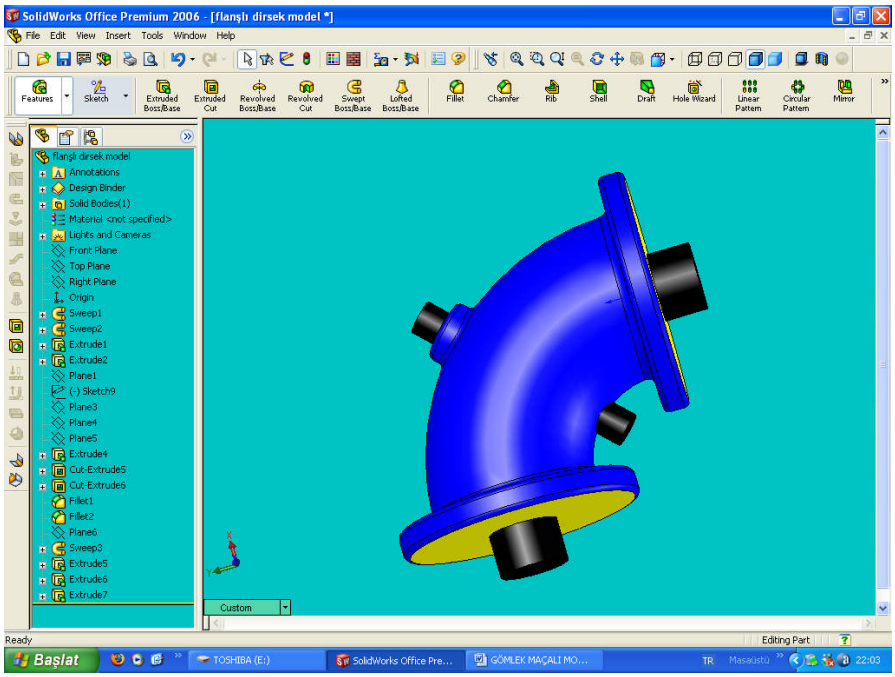
- Kütüphane, internet ve modelleme atölyelerinden yararlanarak konu hakkında bilgi edininiz.
- Modelleme resmi, modelleme yapım resmi ve kalıplama konularında araştırma yaparak bilgi sahibi olunuz.

2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMAK

2.1. Paket CAD Programlarını Kullanarak Modellemeyi Yapmak

Paket CAD (Computer Aided Design) programları ile tasarım ve makine parçalarının üç boyutlu modellemeleri yapılır. Bunun için SolidWORKS, Inventor, Unigraphics, Catia, MasterCAM, Proengineer gibi üç boyutlu modelleme yapabilen programlar olmalıdır. Modelleme dosyası, tezgâhın kullanılabileceği dosyaya dönüştürülür.

3 boyutlu katı model oluşturmak, katı modelden 2 boyutlu görünüş elde etmek hızlı ve kolaydır. Ayrıca tek tek çizilmiş parçalar, montaj hâline getirilir.



Resim 2.1: Gömlek maçalı modelleme tasarımı CAD (computer aided design)

Bilgisayar yardımı ile tasarım, bir tasarım probleminin girdi ve çıktılarının etkileşimli olarak sağlanmasını, problemin modelinin, matematiksel veri tabanına dayalı olarak geliştirilmesini, seçilen tasarım kriterine göre modelin benzeşimini içerir.

Bilgisayar Destekli tasarım, mühendislik ve üretim sürecindeki ilk adım ve üretilecek parçanın bilgisayar ortamında modellenmesidir. Geometrik modelleme, basit anlamda bir nesnenin bilgisayar ortamında taslağının yapılmasıdır. Geometrik modelleme sistemlerini kullanarak bir makine parçasının bilgisayar ortamında modellenmesi, sağladığı avantajlardan dolayı popülerlik kazanmıştır. Bilgisayar ortamındaki modele istenilen açıdan ve perspektiften bakılabilmesi, parçaların birbiri ile etkileşiminin görsel olarak incelenebilmesi, kesit görünüşlerin elde edilebilmesi gibi kolaylıklar avantajlarının bazılarıdır.

CAD/CAM terimi “bilgisayar destekli tasarım” ve “bilgisayar destekli imalat” ifadelerinin baş harflerinin (İngilizce) kısaltmasıdır ve tasarım aşamasından, bilgisayar yardımı ile imalata kadar parça üretme entegre sistemi olarak tanımlanır. Uygulamada, bu hedefe büyük işletmeler erişebilir. CAD sistemleri (Bilgisayar destekli çizim prensiplerine dayanır.) ve CAM sistemleri (Bağımsız CNC tezgâhlarına dayanır.) ayrı ayrı çalışır. Gerçek CAD/CAM sistemleri; CAD sistemi tarafından üretilen bilgileri, organizasyonunun imalat sistemleri tarafından kullanılabileceği bir şekle dönüştüren bağlantıyı sağlar.

2.1.1. Bilgisayar Destekli Üretim-CAM (Computer Aided Manufacturing)

Oluşturulan katı model veya yüzey model üzerinde CNC tezgâhları için takım yolları oluşturulur. Buna göre iş parçası sanal olarak işlenir. CNC tezgâhları için NC (Numerical Control) kodları türetilir. Bu kodlar CNC tezgâhlarına bir disketle veya bir kablo bağlantısı ile transfer edilir. Bu işlemi yapan programlara CAM programı denir.

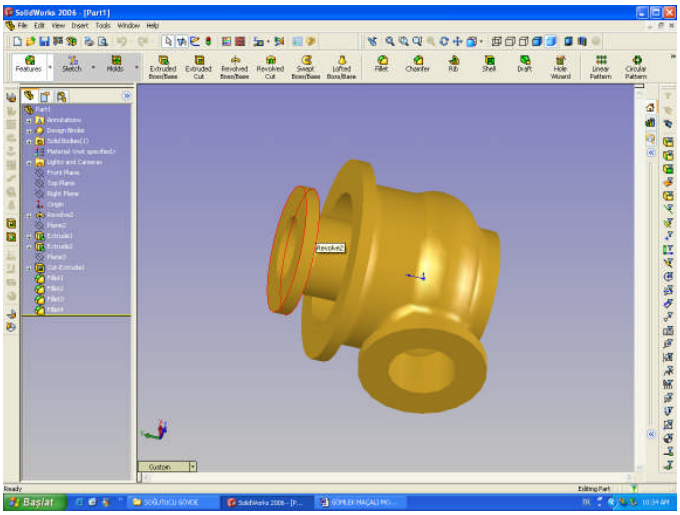
En kolay anlaşılan CAM şekli, DNC operasyonunu takip eden bağımsız CNC takım tezgâhıdır ama CAM tanımı geniş anlamda alınmalıdır. Buna; metal kesme olmayan üretim prosesleri (kaynak, pres, EDM gibi) ve bilgisayar destekli inceleme, test etme, montaj teknikleri ve otomatik malzeme taşınımı gibi ilgili çalışmalar da dâhil edilmelidir.

CAM yazılımları da önemlidir. Birçok CAM yazılımı CAD aşamasında üretilen verileri kullanır. CAM yazılımlarının çoğu "Bilgisayar Destekli Üretim Yöntemi (CAPM)" olarak ayrı bir kategoriye konulmaktadır. CAPM amacı, malzeme kontrolü, iş bekleme ve muhasebe üretim yöntemi elementlerini izlemek ve kontrol etmektir.

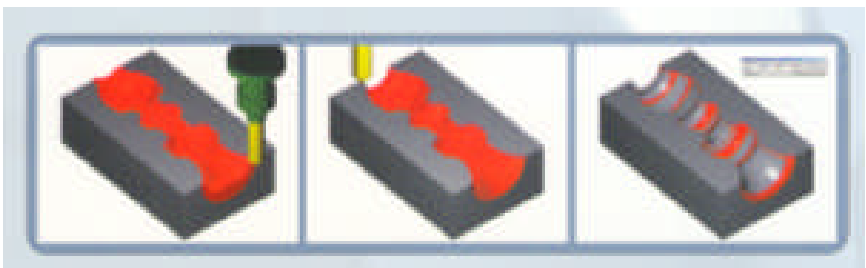
BDT/BDI, FMS ve CAPM gibi sistemleri kullanan imalat tesislerinin tamamen bir entegre imalat sistemine dönüştüğü görülebilir. Sistem, veri tabanından gelen güncel ve aynı bilgi üzerine çalışan imalat sisteminin her sektöründen faydalanabilir. Bu bilgiler hemen kullanıma hazırdır. Zaman tüketen yazı işleri, bilgisayar tarafından yapılır. Kırtasiye, dokümantasyon ve kayıt işleminin çoğu ayrıca bilgisayarlarla hazırlanır.

Böyle sistemler, tasarımla oluşur. Genellikle hazırda bulunan tesislere bilgisayarlar sokulduğunda bu sistemler meydana gelir. Bireysel sistemlerin kullanılmasında elde edilen faydalar, hiçbir zaman entegre bir sistemin potansiyeline eşit olmaz. Bunun sebepleri; imalat zincirindeki kayıp halkalar, var olan iş alışkanlığı, prosedürler ve sistemler, geleneksel bölüm sınırları, değişime olan dirençtir.

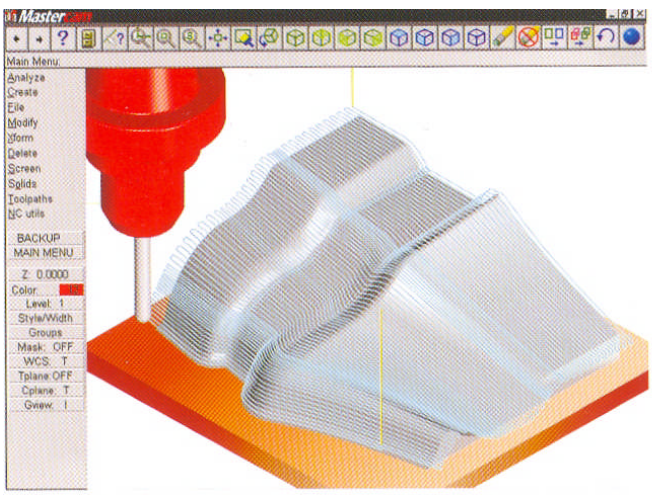
Bilgisayar teknolojisin takım tezgâhında ve montaj bantlarıyla kullanılması amacıyla geliştirilmiş bilgisayar programlarıdır. CAD/CAM programları sayesinde üretilecek parçanın tasarımları yapılır. Daha sonra CAD/CAM programlarında takım tezgâhları ile ilgili özellikler belirtilir. Son olarak CNC takım tezgâhlarına (CNC torna, CNC freze vb.) gönderilen bu bilgiler üretime dönüştürülür. Böylece bilgisayar ortamına yayılan bu çalışmaların sonucunda hata riski, iş kazası en aza indirilir. Ayrıca iş zamanı en verimli şekilde kullanılır. İnsandan kaynaklanan hatalar ortadan kalkar.



Resim 2.2: Soğutucu gövde gömlek maçalı modelleme CAD çizimi (computer aided design)



Resim 2.3: Bilgisayar ortamında modelleme işleme simülasyonu



Resim 2.4: Bilgisayar ortamında model işleme simülasyonu

2.1.2. CAD ve CAM Programlarının Genel Özellikleri

- **Mastercam**

MasterCAM: Bilgisayar destekli tasarımı (CAD: Computer Aided Manufacturing) ayrıntılı olarak planlayan ve bilgisayarlı sayısal denetim (CNC: Computer Numerical Control) tezgâhları ile bitirilen mühendislik detaylarını hazırlayan entegre yazılım programıdır. Bu yazılım programı, temel profil, delme ve ceple birlikte karmaşık şekiller veya yüzeyler için idealdir.

- **Mechanical Desktop**

Bir profil taslağı yaylardan, çizgilerden kurulmuş kapalı bir biçimdir. Profil taslağı, standart biçimlerden faydalanılarak ihtiyaca göre oluşturma işleminde de kullanılır. Bu standart biçimler; delikler, pahlar, radyüsler gibi MECHANICAL DESKTOP'un standart özellikleriyle kodlanan biçimlerdir.

MECHANICAL DESKTOP'un sadece geometrik elemanlar analizi ve operasyonun nasıl yapılacağını tahmin etmesiyle profili oluşturur. Oluşturulan taslak browser seçeneğinde sketch olarak görünür.

- **SolidWorks**

SolidWorks Programı, bilinen Microsoft Windows grafikal kullanıcı ara biriminin avantajlarını getiren mekanik tasarım otomasyon programıdır.

SolidWorks, detaylı resimlerin ve modellerin üretimi, boyutları ve özellikleriyle tecrübe ve fikirlerin hızlı olarak taslak hâline dönüşmesini, mekanik tasarımlar için mümkün kılar.

- **Auto Cad**

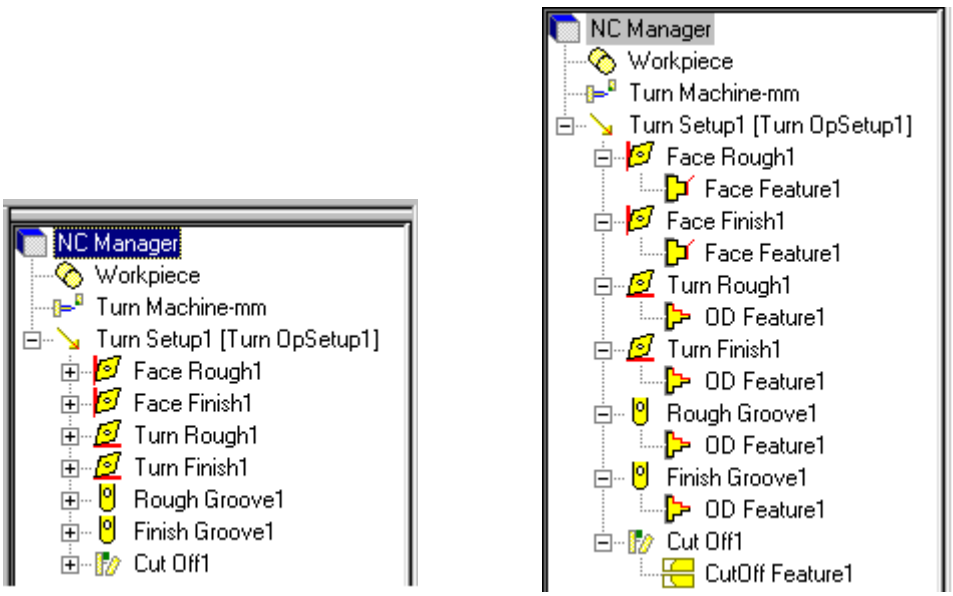
AutoCAD paket programı, bilgisayarla teknik resim çiziminde en büyük yardımcınızdır. Verdiğiniz komutları izleyerek istediğiniz parça resimlerini eksiksiz ve çok hızlı bir şekilde çizer. Çizim hatalarını kolayca düzeltme ve tüm bir çizimi yeniden yapmaksızın çok sayıda değişiklik yapma olanağı sağlar. Sonuç olarak temiz ve kusursuz bir çizim elde edersiniz. Çiziminiz, her elemanı tam istediğiniz yerde olmak üzere tamamen belirlediğiniz şekilde görüntüler.

- **Teksoft**

Amerikan patentli bir yüzey modelleme programıdır. Çizim olarak 2D (iki boyutlu) ve 3D (üç boyutlu) programı bulunur. 2D programında şekiller X, Y ekseninde çizilir. 2,5 eksenli, frezeleme ve tel erozyon işlemleri için kullanılır. Tornalama işlemleri için de 2D programı kullanılmaktadır. Bir bölümünde iş parçalarının tel kafes görüntüleri çizilir. İkinci işlem olarak da CAM modülünde yüzey işleme gerçekleştirilir.

2.2. Takım Yolları Oluşturma

Bu basamakta ise takım yolu oluşturulur. Bu işlemi yapmak için SolidWorks çizim ekranının sol alt köşesinde bulunan **Configuration Manager** isimli simgenin yanındaki ikon tıklanır. Bu işlem yapıldıktan sonra işlem ağacı aşağıdaki gibi değişir.



Şekil 2.1: Yandaki ikonların açılımı

FACE ROUGH 1 : Alın yüzeyden talaş kaldırma işlemi, alın tornalama
FACE FINISH 1 : Alın yüzeyden ince talaş kaldırma işlemi
TURN ROUGH 1: Kaba talaş kaldırma işlemi (silindirik tornalama)
TURN FINISH 1 : İnce talaş kaldırma işlemi (silindirik tornalama)
ROUGH GROOVE 1 Kanal işleme operasyonları
ROUGH GROOVE 1

2.2.1. Takım Yollarının Oluşturulmasında Programlama Teknikleri

Nümerik kontrollü tezgâhlar için programlama teknikleri üç gruba ayrılır:

- **Elle programlama**

Bu tür parça programlamasında, programlayıcı işleme emirleri NC tezgâhının istediği şekilde, doğrudan tezgâh kontrol ünitesine veya PC bilgisayar editörüne yazılmaktadır. PC'ye yazılan programlar daha sonra disket, CD, RS232 ara kablosu yardımıyla tezgâha transfer edilmektedir. Parça programlayıcısı, işleme emirlerini yazarken NC tezgâhı için tanımlanmış koordinat sistemini göz önünde bulundurmaktadır.

Elle programlamada, işleme emirlerinin tezgâha verilmesi sırasında kullanılan program kodunda, çeşitli harf rakam kombinasyonları kullanılmaktadır.

- **Yarı otomatik programlama**

İşlenecek parçaya bağlı programlama olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır:

- **NC tezgahına bağlı programlama**

NC tezgâhına bağlı programlamada, elle programlamada olduğu gibi parça programı yazılmaktadır. VDF-Autoprogrammer sistemi ile yapılan programlamada kullanılan bilgisayara önce tezgâh ve iş parçasıyla ilgili bilgiler verilmektedir. Bilgisayar, bu verilere dayanarak en uygun devir sayısı, ilerleme hızı ve talaş derinliği gibi teknolojik değerleri hesaplayabilmektedir. Bunun yanında, tezgâha verilen emirlerde kullanılan harfler (N, G, F, X, ...) otomatik olarak basılmakta ve program sonunda takımın veya iş parçasının işlem başındaki konumuna gelip gelmeyeceğini hesaplamaktadır. Bu yöntemde parçanın ne kadar zamanda işleneceği de bilgisayar tarafından hesaplanabilmektedir. Adı geçen sisteme "Positronic Simulator" adıyla, tezgâhtaki işlemlerin çizim masası üzerinde denenmesini sağlayacak bir düzen eklenebilmektedir. Bu düzen ile iş parçası çizimi üzerinde plastik takım şablonları ile parçanın tezgâh üzerinde işlenmesinin simülasyonu yapılmakta ve bu arada takım şablonunun hareketleri, bilgisayarca değerlendirilerek hareket emirlerinin hazırlanması kolaylaşmaktadır.

- **İşlenecek parçaya bağlı programlama**

İşlenecek parçaya bağlı yarı otomatik programlamada iş parçasının işlenmesini sağlayacak emirler tamamen bilgisayar tarafından hazırlanmaktadır. Kullanılan programlama dilinde genellikle APT (Automatically programed tools) dili kelimeleri yer almaktadır. Tornalama işlemleri içi hazırlanmış "Programat" dilinde kalemin hareketleri GOTO / X, Z emri ile belirlenmektedir.

Örnek:

FEDRAT / 50 : Kalemi 50 mm dev/dk. ile ilerlet.
GOTO / 200,102 : 50 mm/dk. kalem hızı ile X=200 , Z=102 koordinatlarına git.
COOLNT / 10 : İşlem sırasında soğutma suyunu açık tut.

İşlenecek parçaya bağlı yarı otomatik programlamada parçanın işlenme emirleri, tezgâhın konumu göz önünde alınmadan yalnızca malzemenin işlenme özellikleri dikkate alınarak belirlenmekte; parçanın işleneceği tezgâhın devir sayısı, ilerleme hızı gibi parametreleri içeren diğer bilgiler bilgisayara girilmektedir. Sonra bilgisayar programlayıcısı parça işleme emirlerini ve tezgâh parametrelerini birleştirip gerekli karşılaştırmaları yaparak elle programlamada belirtilen kumanda emirlerini uygulamaktadır.

➢ **Otomatik programlama**

Otomatik sayısal denetimli parça programı sözcüğündeki "otomatik" kelimesi, kullanıcının en az girdi vererek programın safhalarını gerçekleştirmesini ve istenen çıktıları verebilmesini belirtmektedir.

Otomatik programlama aşamaları şunlardır:

- Parça modelinin tanımlanması
- Modelin veri tabanından koordinatlarının ve işlemler ile işleme değişkenlerinin çıkartılması
- İşlemlerin üretim prensiplerine göre sıraya dizilmesi
- İşin kaba boyutlarının belirlenmesi
- İşlem yaprağının hazırlanması
- Kesici yolunun hazırlanması
- Parça programlarının hazırlanması

Otomatik programlamada takım yolu programlama sözcükleri Tablo 2.1'de belirtilmiştir.

KELİME	**ANLAMI**	**KELİME**	**ANLAMI**
COOLNT	Soğutucu su için emir	**INVERS**	Nokta sırasını tercihle.
RAPID	Çabuk hareket et.	**OMIT**	Bazı noktaları kaldırır.
ON	Soğutma sıvısı musluğunu aç.	**RETAIN**	Bazı noktaları ekle.
OFF	Soğutma sıvısı musluğunu kapat.	**AVOID**	Engeli aş.
CLW	Saat ibresi yönünde hareket et.	**THRU**	Ardışık delikler
CCLW	Saat ibresinin ters yönünde hareket et.	**AUXFUN**	Yardımcı fonksiyon
INTOL	(-) tolerans	**CSPEED**	Kesme hızı
OUTTOL (TOLER)	(+) tolerans	**DELAY**	Bekleme zamanı
ARCSLP	Dairesel hareket	**FINI**	Program sonu
GOTO	Verilen noktaya git.	**INSERT**	Bir ara emrin yerleştirilmesi
GODLTA	...kadar git.	**OSETNO**	Takımla ilgili değer düzeltme
RAPID	Hızlı hareket et.	**OPSKIP**	Bir emir satırının atlatılması
FEDRAT	İlerle.	**PARTNO**	Parça numarası
FROM	Programın başlangıç yeri	**PREFUN**	Yol emri

TRASL	Kaydır.	**PRINT**	Listeye yaz emri
XYROT	Belirli açı ile döndür.	**SPINDL**	Ayna devir sayısı
ATTACH	Kaydırma ve döndürmeyi... noktasına kadar yap.	**STOP**	Dur.
MODIFY	Verilen matrikse göre işlem yap.	**TOOLNO**	Takım numarası
LOAD	Takım değiştirme komutu	**DELAY**	Geçici durma

Tablo 2.1: Otomatik programlamada takım yolu programlama sözcükleri

Otomatik programlama teknikleri:

Otomatik parça programlama tekniklerinde iş parçaları özel programlama dilleriyle tanımlanır. Günümüzde kullanılan otomatik programlama teknikleri şunlardır:

- APT (Automatically Programmed Tool) Programlama Sistemi
- Makrolarla Programlama Sistemi
- Diaklid / Eulid CAD/CAM Sistemi
- CATIA CAD/CAM Sistemi
- SmartCAM CNC Proses Modelleme Sistemi
- Hyper MILL CAD/CAM Programlama Sistemi
- Power MILL CAD/CAM Programlama Sistemi (7, 8, 9),

2.2.2. CNC Tezgâhlarda İş Bağlama Metotları

- **İş bağlama elemanlarının özellikleri:** İş bağlama elemanı aşağıdaki üç özeliği taşımalıdır:
  - İş parçasını emniyetli tutmalıdır.
  - İşin uygun yerleştirilmesini sağlamalıdır.
  - Kullanımı kolay ve çabuk olmalıdır.

Resim 2.5: İş parçasının tezgâha bağlanışı

CNC tezgâhlarında geleneksel metotların kullanılmasında dikkat edilecek hususlar:

- Birçok CNC tezgâhı ile işin bağlanmasında, farklı kesiciler kullanılarak farklı yüzeylerden talaş kaldırmak mümkündür.
- Çok yönlü kesme kuvvetlerinin etkisinde kalan bağlama elemanı tüm yönlerden daha büyük rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır.
- Günümüzde CNC uygulamalarında iş parçası otomatik nakledilmektedir veya tezgâha bağlanmaktadır. Bu sebepten iş bağlama elemanları, robotların veya otomatik yükleme-boşaltma cihazlarının kullanımına imkân vermelidir.
- İdeal bir iş bağlama elemanı, çok farklı parçaların bağlanmasına imkân vermelidir.

CNC uygulamalarında kullanılan iş bağlama elemanlarının özellikleri:

- İşin hatalı yerleştirilmesini önleyecek hassas ve tekrar edilebilir yerleştirmeyi sağlamalıdır.
- Kullanım zamanını minimuma indirecek biçimde basit ve çabuk işletilebilmelidir.
- Farklı iş parçaları için kullanılabilmeli ve ucuz olmalıdır.
- Aynı anda birden fazla işin bağlanmasını sağlamalıdır.
- İşin bir bağlanmasında, birçok işlemin yapılmasına ve birden fazla yüzeyin işlemesine imkân verecek tasarıma sahip olmalıdır.

İş parçasının büyük ve düzensiz şekilde olduğu yerlerde özel amaçlı tornalama bağlantı elemanı tasarlanabilir. Eleman, tezgâhın ana miline doğrudan veya ana mildeki alın plakasına bağlanır. Ayarlama zamanı oldukça uzun olduğu için alın plakaları CNC'lerde nadiren kullanılır. Dönen kesiciler kullanan takım tezgâhlarında, kullanılan iş parçası elemanları çeşitli olabilir.

Her durumda iş bağlama elemanları, işleme merkezlerinde X ekseninde, iş tablasının merkezinde yerleştirilir.

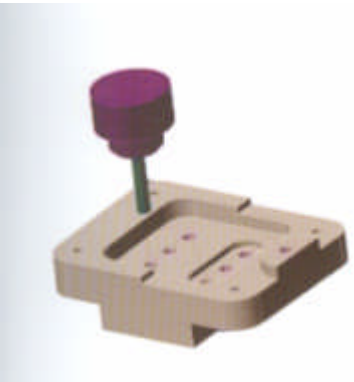
Tezgâh mengenesi: Prizmatik küçük parçalar için bilinen en kullanışlı iş bağlama cihazı tezgâh mengenesidir. Bu cihaz basitlik, çok yönlülük ve sağlamlık sunar, güç tahrikli operasyona kolayca adapte edilebilir.

Bağlama takımı: Bağlama takımları, iş bağlama cihazları oluşturulacak şekilde monte edilebilen modüler parçalardan ibarettir. Minimum bir takım seti, tespit cıvataları, somunlar, rondelalar, sıkıştırma şeritleri, paketleme parçaları veya kademe blokları, T cıvata somunları vb. içerir.

Bağlama elemanları: İş parçası yerleştirme bağlanmasında kullanılır. Bunlar; yer pulcukları, mengeneler, ana plakalar gibi standart modüller, elemanlar kullanarak imal edilir.

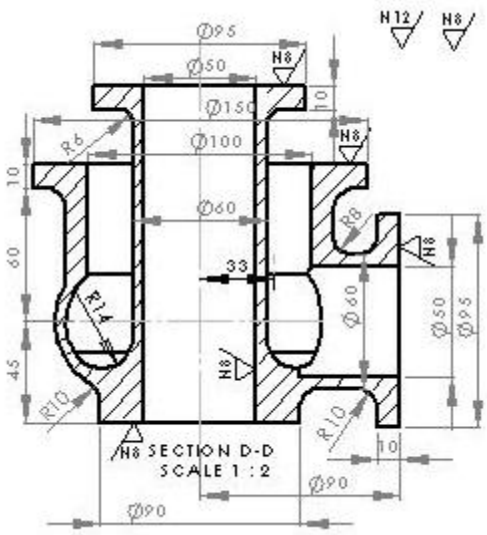
Diğer bağlama aparatları: Birçok gelişmiş CNC işleme merkezi üçten fazla eksende aynı anda işleme yapabilecek kapasite ile donatılmıştır. Bu kategoride, ayırma kafası, döner tabla, ayarlanabilir eğimli tabla gibi cihazlar vardır.

Resim 2.6: Delik delme simülasyonu



Resim 2.7: İşleme simülasyonu

2.2.3. Soğutucu Gövdenin Gömlek Maçalı Modellemesini CAD/CAM Programı ile Yapma



Şekil 2.1: Gömlek maçalı model teknik resmi

İmalat resmi çizilen, soğutucu gövdenin oluşturulan CAD çizim dosyasına göre maça başlı çekme ölçülü işleme payları verilmiş modelleme yapımı için CAM programı koordinatları oluşturulur. Daha sonra yüzeylerin takım yolları ve kesici takımlarının seçimleri yapılır. Son olarak programın simülasyonu CNC dik işleme tezgâhı ekranında yapılarak işlem basamakları test edilir.

CNC dik işleme tezgâhı tablası üzerine konmuş olan modelleme malzemesinin işlenmesine başlanır. Operasyon sıraları ekrandan ve iş üzerinden takip edilir. Yüzey hassasiyetleri ve takım hareketleri gözlemlenir. İşlemlerin bitiminde model, tezgâh tablasından alınır. Oluşabilecek köşe çapakları eğe ve zımpara ile temizlenir. Modelin sürmeli kumpasla ölçü kontrolü yapılır.

2.2.4. Soğutucu Gövde Modellemesini Klasik Yöntemle Yapma

Ahşap malzemeler, ahşap işleme makineleri (şerit testere, kalınlık, planya vb.) ve el aletleri kullanılarak modelleme gövdesi, modelleme tekniğine göre torna edilir. Flanşlar ölçüsüne göre kesilir ve gövdeye bağlanarak tornalanır. Uygun yerlerden kavela ile kavelalanır. Model zımparalanır. Sürmeli kumpasla CAD imalat resmine ve modelleme ölçülerine göre ölçü kontrolü yapılır.

2.3. Malzeme

Gömlek maçalı modellemenin CAM işleme sistemine göre yapımında modelleme malzemesi olarak alüminyum, pirinç, bronz, epoksi blok malzemeler kullanılır. Kullanılan malzeme türüne göre takım yolları oluşturulur. Uygun kesici tayinleri yapılır. CNC tezgâh ekranında simülasyon işlemi gerçekleştirilir. Belirlenen koordinatlara göre malzeme işlenerek gömlek maçalı modelleme ortaya çıkartılır.

Klasik sistemle yapılacak modellemelerde ise ahşap işleme makineleri kullanılarak (şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve ahşap el aletleri) yapılacak ahşap modellemelerde ise ahşap malzemeler (çam, köknar, ıhlamur dişbudak gibi) işlenir.

2.3.1. Modelleme İmalatında Kullanılan Metallerin Özellikleri

Birçok üstün özelliklere sahip olan alüminyum ve alaşımları, metal üretim sektörünün hemen hemen her alanında kullanılmaktadır. Özellikle çelik ve bakır yerine alüminyum ve alaşımları makine üretim endüstrisinde kullanılmaktadır.

Alüminyum döküm alaşımlarında en önemli alaşım elementi, silisyumdur. Basınçlı döküm, kalıplı döküm ve kum dökümü uygundur. Kum kalıba dökülen parçalar, kokil döküme göre kaynak işlemine daha elverişlidir.

Alüminyum alaşımlardan döküm parçaların üretimi kum, kokil ya da pres döküm yöntemleriyle olur.

Kum döküm: Katılaşmada yavaş bir soğuma yaptığından kaba tane meydana getirir. Mekanik özellikleri malzeme kalınlığına bağlıdır. Yüzey pürüzlü olduğundan talaşlı şekillendirme gerektirir. Bu yüzden kum dökümü, az sayıda parça üretiminde, büyük döküm parçalarında ve karışık boş hacmi olan döküm parçalarında daha çok kullanılır.

Kokil döküm: Sayıca fazla olmayan ve yüzey kalitesi istenen dökümlerde kullanılır. Çelik ya da dökme demirden yapılmış kalıplara döküm yapılır. Yapı itibariyle ince taneli ve döküm parçalarının dayanımı ve özgül ağırlığı daha yüksektir, ölçü tamlığı ve yüzey kalitesi daha iyidir.

Pres döküm: Çok fazla parçalı dökümlerde kullanılır. Az işleme, gerektirir ve çok ince (1 mm kalınlıktaki) parçaların dökülmesi mümkündür. Metal, basınç altında kalıp içerisine verilir.

2.4. Model Maça Sandığı Uyumu

Maça ile maça başı ölçüsü arasında çapta 0,4 mm kadar bir boşluk bırakılır. Bu boşluk alt derece içindir. Maça ölçüsü büyüdükçe bu tolerans da büyür. Üst derece maça ve maça başı toleransları, alt derecenin 2 katı olarak yapılır.

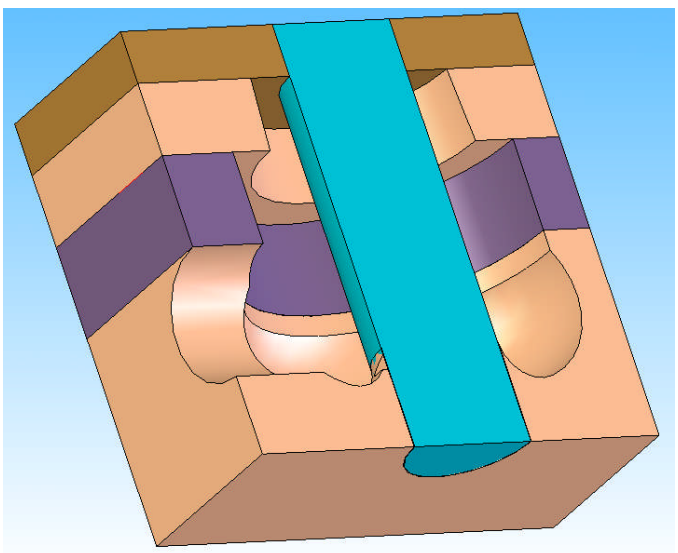
Yatay kalıplanan silindirik maça başları üst kısımları pahlı veya bombeli yapılır. Maçayı rahatça kalıba yerleştirmek böylelikle mümkün olabilmektedir. Maça resim değerinde yapılmalıdır.

Maça sandığındaki maça başı yuvası ile modellemedeki maça başı arasında, kesinlikle belli bir tolerans bulunmalıdır. Resimde maça başı toleransları alt derecelerde 0,2 mm, üst derecelerde 2 mm olarak görülmektedir. Maça başları, modellemenin yan yüzeylerinden 2 mm, üst dereceye gelen kısımlar +2 mm toleranslı yapılır. Böylece üst derece kapanırken kum düşmesi olmaz.

2.5. Maça Sandığı Montaj

Modelleme profiline göre iç boşluklar tasarlanır. Maçanın kaç parçadan yapılacağı tespit edilir. Bu parçalar, uygun malzemeden ve profiline uygun olarak CNC tezgâhında yapılır veya ana gövde maça sandığının klasik yöntemle ahşap malzemeden yapılması durumundaysa parçalar marka ölçülerine göre kesilir ve yüzeyleri zımpara ile pürüzleri giderilerek yapıştırılmaya hazır hâle getirilir. CNC tezgâhında, klasik yöntemle ahşaptan elde edilen maça sandığı parçaları eksen çizgilerine göre, birbirlerine ana gövde maça sandığı içinde monte edilir. Geçme olan yerler geçmeli olarak birleştirilir. Ana maça sandığı maçanın kolay çıkarılması için iki parçalı olarak yapılır.

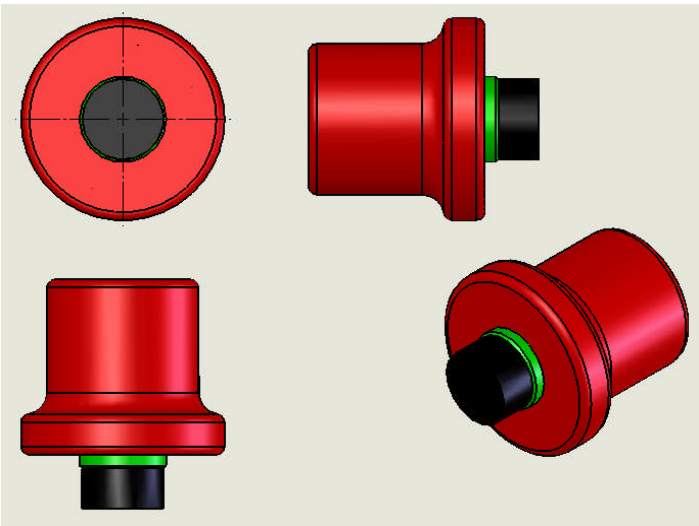
Gömlek bölümü ise ana gövde maça sandığına model olarak konur. Maça tasarımında bulunur. Maça sandığını meydana getiren bu parçalar CNC tezgâhında işlenerek maça sandıklarında ait olduğu yerlerine konur. CNC tezgâhında bu parçaların yapımı modelleme teknolojilerine ve CNC program yapısına göre gerçekleştirilir.



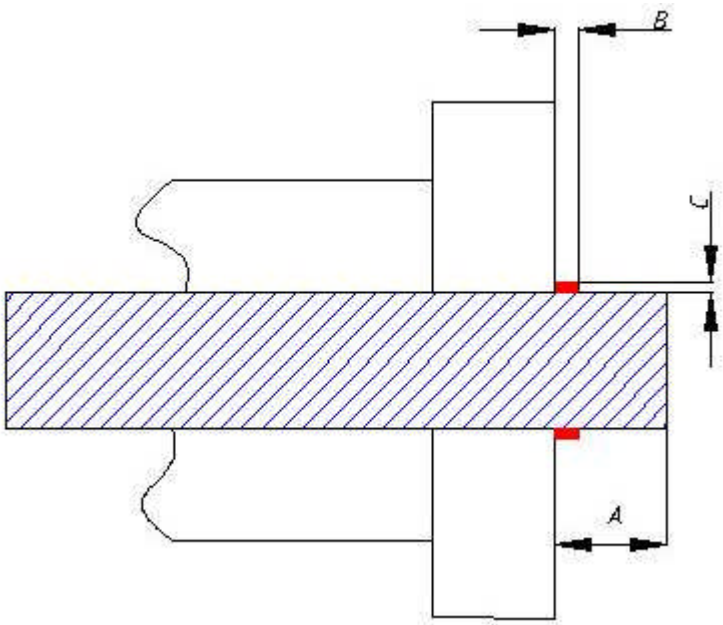
Resim 2.8: Modellemenin işleme simülasyonu

2.6. Baskı Bantları

Modelleme ve maça başının birleştiği kısımda bırakılan ölçü fazlalığıdır. Dökümden önce kalıplama esnasında köşelerin kırılmasını önlemek ve dökümden sonra oluşacak çapakların kolaylıkla tesviye edilmesini sağlamak amacı ile yapılır.



Resim 2.9: Maça başı baskı bandı gösterilişi



Şekil 2.4: Maça başı baskı bandı ölçüleri

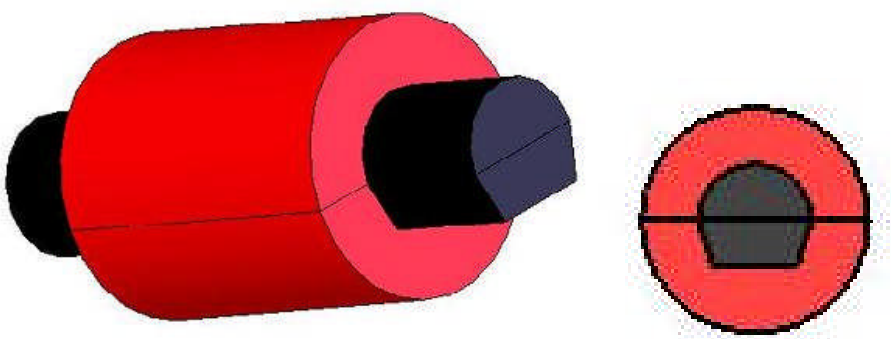
A	B	C
50 mm	5mm	1,5mm
100mm	10mm	3mm
200mm	20mm	4mm

Tablo 2.2: Maça başı baskı bandının modelleme üzerinde gösterilişi

2.7. Emniyet Kilitleri

Modelleme içindeki maçanın, kalıplama sırasında dönmesini engellemek için maça emniyet kilitleri kullanılır. Bu kilitlerin alt dereceye gelen kısımları normal maça başı formundan değişik yapılır. Maçanın dönmesini engelleyecek şekilde altıgenin yarısı şeklinde yapılabilir.

Modellemenin kalıplama esnasında dökümcünün maçaları, kalıp içerisine yerleştirirken yönlerinin ters olmaması için maça emniyet kilitleri yapılır.



Resim 2.10: Maça emniyet kilitlerinin modelleme üzerinde gösterilişi

2.8. Üst Yüzey İşlemleri

Modelleme üst yüzey işlemine hazırlanırken çeşitli makinelerin yüzeyde meydana getirdiği izlerin, ezikliklerin giderilmesi için zımpara yapılır. Zımparalama, aşındırıcının yüzeyi düzeltme, perdah etme, parlatma işlemidir.

UYGUN TANE BÜYÜKLÜKLERİ:

100	120	150	180	220	240	280	320	360	400	500	600	800	1000

Resim 2.11: Tabaka zımpara kâğıdı

Soğutucu gövde gömlekli modelleme ve maça sandıklarının üst yüzey işlemleri 180 Nr ve 320 Nr zımparalarla gerçekleştirilir. CNC tezgâhlarda yapılan modellemelerde köşe birleştirme yerlerinin çapak düşürmeleri zımpara ile olur. Ayrıca meydana gelen çizgilerin giderilmesi için de model zımparalanır.

Ahşap modellemelerde ise yüzey işlemleri, önce iri taneli daha sonra ince taneli zımparalarla olur.

Resim 2.12: Rulo zımpara kâğıdı

Resim 2 13: Bant zımpara makinesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Gömlek maçalı modelleme yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Model gerecini seçiniz.	➢ Kalıplama sayısına bakınız. Kalıplama sayısı çok ise metal malzeme tercih ediniz.
➢ Model gerecine göre tezgâh ve donanımları seçiniz.	➢ Modelleme malzemesini işlemek için uygun makinenin olduğu atölyeyi seçiniz.
➢ Modeli, iş parçası ya da parçalarını markalayarak işleyiniz.	➢ Modelleme için seçilen malzemenin üzerine markalama aletleri ile markalama yapınız. Çekme paylı ölçüleri modelleme üzerine çiziniz.
➢ Maça başlarını standartlara uygun yaparak modele sabitleyiniz.	➢ Modelleme resmindeki ölçülere uygun olarak maça başlarını kesiniz. Gerekli koniklikleri veriniz. Modelleme üzerine maça başını monte ediniz.
➢ Modellemeyi yapınız.	➢ Markaladığınız modelleme parçalarını eksenlere göre monte ediniz.
➢ Modellemeye üst yüzey işlemlerini uygulayınız.	➢ Modelleme üzerine zımpara uygulayınız. Döküm gerecine uygun olarak modellemenin yüzeyini boyayınız. Maça başlarını siyah renge boyayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Oluşturulan katı modellemeden sonra CNC makinesi için hangi işlem uygulanır?

A) 3 boyutlu modelleme yapılır.
B) Takım yolu oluşturulur.
C) Eğim oluşturulur.
D) Mala yüzeyi oluşturulur.

2. CNC makineleri için kod türetme işlemine ne ad verilir?

A) Tasarım
B) Word
C) CNC
D) CAM

3. Az sayıda kalıplama hangi işlemle yapılır?

A) CNC
B) Kum döküm
C) Eğim
D) Tasarım

4. Çok sayıda döküm hangi yöntemle yapılır?

A) Kum döküm
B) Alçı döküm
C) Pres döküm
D) CAD

5. Maça başı toleransı, üst derecede ne kadar olmalıdır?

A) 1 cm
B) 2 mm
C) 5 mm
D) 8 mm

6. Maça başı baskı bantlarının görevi nedir?

A) Köşelerin kırılmasını önler.
B) Köşeleri kırar.
C) Eğimleri düzenler.
D) Dereceye tam oturur.

7. Modelleme kalıplandıktan sonra maçanın kalıp içinde dönmesini ne ile önleriz?

A) Maça
B) Mala yüzeyi
C) İşleme payı
D) Maça kilidi

DEĞERLENDİRME

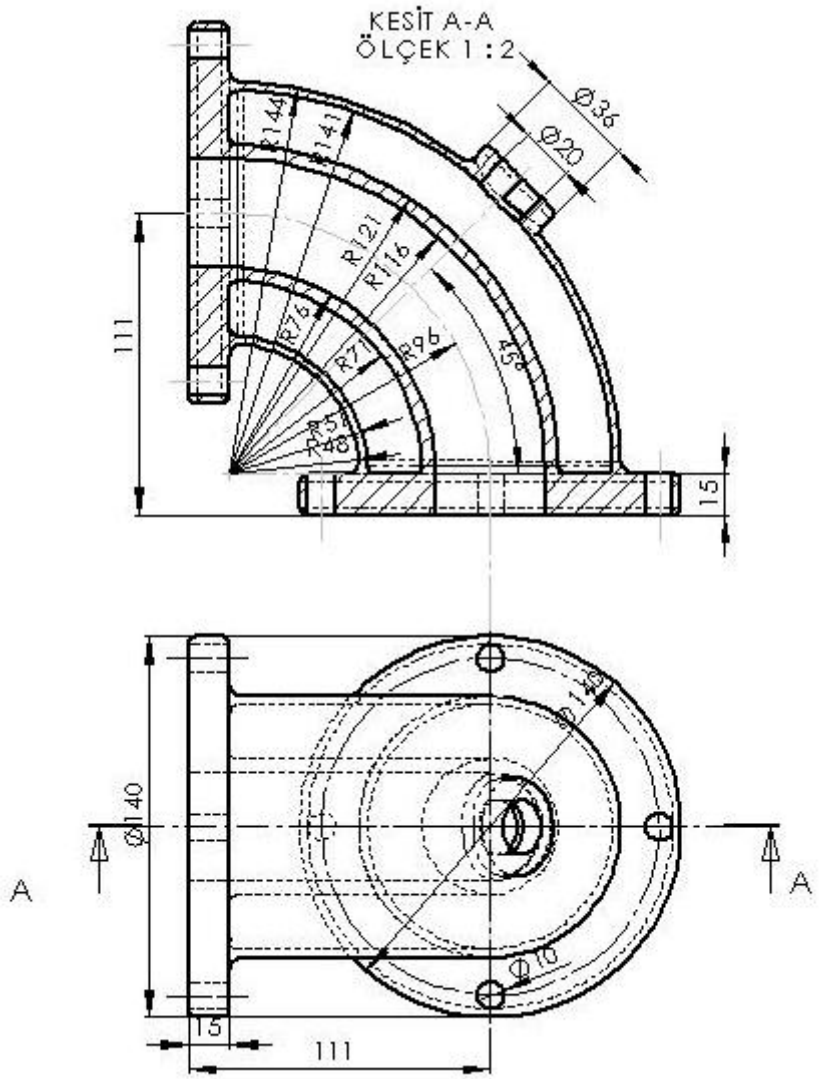
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Uygulamalı Test"e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

İmalat resmi çizilen gömlekli dirsek DDL 26'dan 40 adet dökülecektir. Modelleme yapımına esas olacak;

- Mala yüzeyini,
- İşleme paylarını,
- Çekme paylarını,
- Eğim ve konikliklerini,
- Maça başı ve maça sandığını

CAD ortamında tasarlayınız ve modellemeyi yapınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Modelleme döküm gerecinin tespitini yaptınız mı?		
2. Modellemenin kaç adet dökületeceğini belirlediniz mi?		
3. Döküm sayısına göre modelleme gerecini seçtiniz mi?		
4. Kalıplama durumuna göre mala yüzeyi seçimini yaptınız mı?		
5. Kalıplamada alt ve üst derece konumlarını tespit ettiniz mi?		
6. Mala yüzeyine göre modellemenin eğimlerini verdiniz mi?		
7. Eğim standartlarını incelediniz mi?		
8. Yüzey kalite standartlarını incelediniz mi?		
9. İmalat resmindeki yüzey kalite işaretlerine göre modellemeye ölçü fazlalığı verdiniz mi?		
10. Çekme payları çizelgesini incelediniz mi?		
11. Döküm gerecinin çeşidine bağlı olarak ölçülere çekme payı verdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Teknolojisine uygun olarak gömlek maçalı modellemenin maça sandığını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

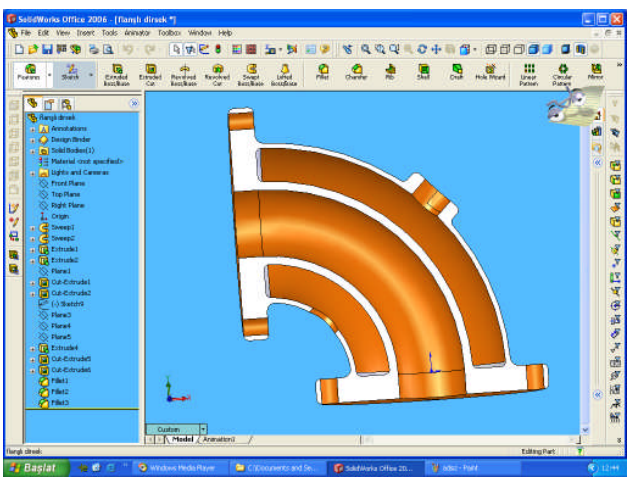
- Kütüphane, internet ve modelleme atölyelerinden yararlanarak konu hakkında bilgi edininiz. Modelleme resmi, modelleme yapım resmi ve kalıplama konularında araştırma yaparak bilgi sahibi olunuz.

3. GÖMLEK MAÇA SANDIĞI YAPMAK

3.1. Paket CAM Programları

Paket CAD (Computer Aided Design) programları ile tasarım ve makine parçalarının üç boyutlu modellemeleri yapılır. Bu programlar; SolidWORKS, Inventor, Unigraphics, Catia, MasterCAM, Proengineer gibi üç boyutlu modelleme yapabilen programlar olmalıdır. Modelleme dosyası tezgâhın kullanılabileceği dosyaya dönüştürülür.

3 boyutlu katı model oluşturmak, katı modelden 2 boyutlu görünüş elde etmek hızlı ve kolaydır. Ayrıca tek tek çizilmiş parçalar montaj hâline getirilir.



Resim 3.1: Gömlekli dirsek imalat resmi

3.1.1. Soğutucu Gövde Gömlek Ana Maça Sandığını CNC Tezgâhında Yapmak

Ana gövde maça sandığı CAD programı içinde yapılan tasarım CAM programı içerisinde açılır. Maça sandığı takım yolları, kesici tayinleri ve hızları belirlenir. Ana gövde maça sandığı simülasyonu CNC dik işleme merkezi ekranında yapılarak takım yolları hareketleri test edilir. Tezgâh tablası üzerine bağlanmış olan maça sandığı malzemesi (alüminyum, pirinç, bronz, blok epoksi malzemeler) işlenmeye başlanır. Program bitiminde ana gövde maça sandığı tezgâh tablasından alınır. Köşelerin çapakları zımpara ile temizlenir, ölçü kontrolü yapılır.

3.1.2. Soğutucu Gövde Gömlek Maça Sandığının Klasik Yöntemle Yapılması

CAD çizimi ve model yapım resmi yapılan soğutucu gövde, ana gövde maça sandığı, maça ayrılma yüzeyleri dikkate alınarak ahşap malzemelerden ölçülerine göre hazırlanır. Ana gövde alt yarısı ağaç torna makinesine bağlanarak taban profili meydana getirilir. Daha sonra maça sandığı üst profili, tornaya bağlanır ve tornalanır. Bir sonraki işlem, gömlek maça sandığı parçalarının ahşap malzemeden hazırlanıp markalanıp oluklu kalemle dairesel olarak teknolojik kurallara göre boşaltılmasıdır. Bu işlemler uygulanarak gömlek maça sandığı yapılır. Maça sandığı zımparalanır ve ölçü kontrolü yapılır.

3.1.3. Soğutucu Gövde Gömlek Maça Sandığını CNC Tezgâhında Yapmak

İmalat resmi çizilen ve buna bağlı olarak modelleme resmi oluşturulan gömlekli soğutucu gövdesi CAM programı içerisinde açılarak CAM programı değerlerine göre işlemesi oluşturulur. Gömlek maça sandığı takım yolları ve kesici telafileri yapılır. Tezgâh simülasyonu gerçekleştirilir. Tezgâh tablası üzerine bağlanan malzeme (alüminyum, pirinç, bronz, blok epoksi) işlenmeye başlanır. Program bitiminde köşe çapakları temizlenir. Ölçü kontrolü ve ana gövde maça sandığı uyumları kontrol edilir.

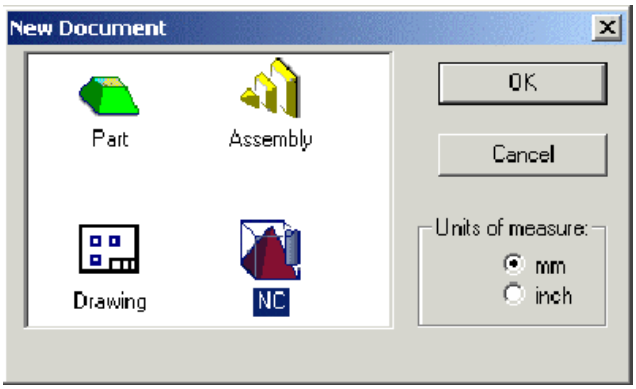
3.1.4. Soğutucu Gövde Gömlek Maça Sandığını Klasik Yöntemle Yapmak

Gömlek maça ölçülerine göre ahşap malzemeden parça hazırlanır, markalanır. Marka çizgilerine göre oluklu kalemle boşaltılır. Temizleme işlemi yapılır. Ölçü kontrolü ve ana gövde gömlek maça uyumları kontrol edilir.

3.2. Malzeme

Gömlek maça sandığının CNC tezgâhlarda yapılma durumlarında genellikle alüminyum, bronz, pirinç ve blok epoksi malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemelerin seçiminde maça sandığından elde edilecek maça sayısının başka bir deyişle modellemenin, kalıplama sayısının önemi vardır. Klasik yöntemle yapılacak gömlek maça sandıklarında malzeme olarak çam, köknar, ıhlamur gibi işlenmesi kolay ahşap malzemeler kullanılır.

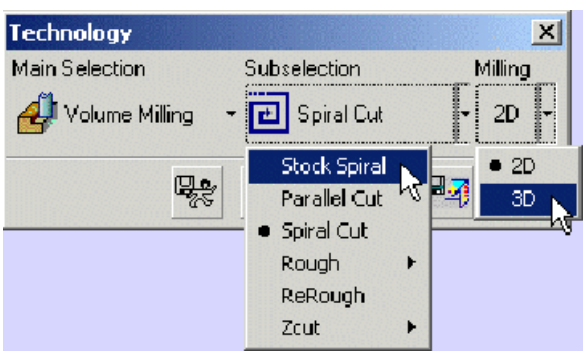
3.3. Takım Yolları Oluşturma



Resim 3.2: NC kod sayfası açma menüsü

- CAM programı NC dosyası açılır. CAD tasarımı yapılan gömlek maçalı modelleme, maça sandığının takım yollarını oluşturabilmek için üç boyutlu çizim, CAD ortamından CAM ortamına aktarılır.
- **NC Process Manager (NC proses yöneticisi))** açılır. CAM programında gömlek maçalı modelleme maça sandığının işlenecek yüzeyleri için işlem yöneticisinden (proses manager) işlem tipi (advanced) seçilir.
- Parça yükle (Load model) işlemi ile parça programa tanıtılır.
- İşlem menüsü (Proses Manager) içerisinden hareket, (Motion) menüleri içerisinden takım yolu tipi, menü içerisinden makine (machine) seçilir.
- Kesiciler (Cutters) menüsünden takım adı, takım numarası, takım ilerleme hızı, takım devir hızı talaş derinliği takım yolu işleme pozisyonu seçilir.
- (Create Part) parça oluştur ile parça NC programına tanıtılır.
- Prosedür oluştur (Create prosedure

) ile işlem seçimi yapılır.



Resim 3.3: Takım yolu tipi seçimi

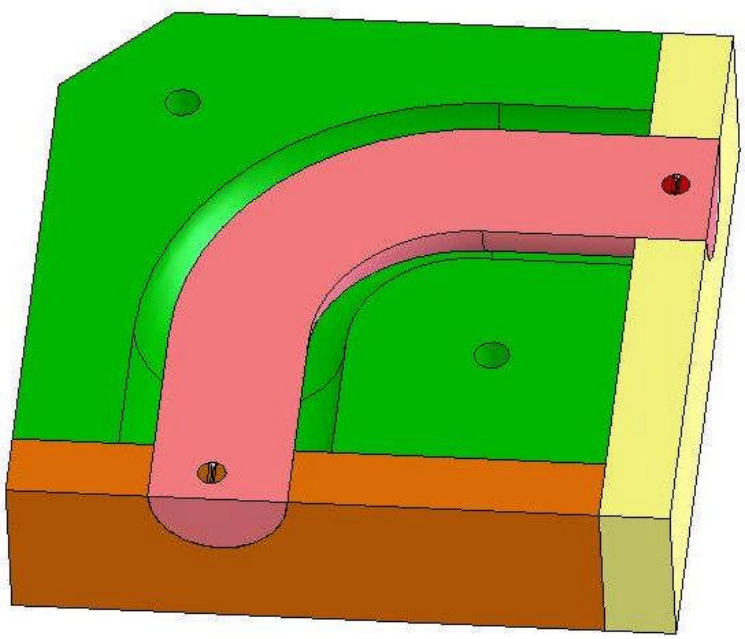
- “Volume milling” ile kaba talaş işlemi yapılır. Sonra kalan talaş bitirme (finish) işlemi seçilir.
- Simülasyon menüsü ile takım çalışması simüle edilir.

3.4. Model Maça Sandığı Uyumu

Ana gövde maça sandığı, modelleme uyumunda olduğu gibi ana gövde gömlek maça sandığı ve modelleme arasında da maçalar ve maça başı ölçüleri arasında çaplarda 0,4 mm tolerans olması gereklidir. Bu tolerans maça ölçüsüne bağlı olarak büyür. Dik kalıplamalarda, üst derece toleranslarının alt dereceye göre daha fazla olması gerekir. Bu tolerans üst derecenin hatasız oturmasını sağlar. Yatay kalıplamalarda, maça başlarının rahat kalıplanabilmesi için pahlı veya bombeli yapılmasına dikkat edilir.

3.5. Maça Sandığı Montaj

Gömlek maça, ana gövde maça parçaları maça tasarımında bulunur. Bu maça parçaları CNC tezgâhta yapılarak uygun ölçülerde tezgâh programlaması yapılır. Parçalar birbirine vida ile ve geçmeli olarak birleştirilir. Ahşap modellemelerde, gömlek maça bağlantıları diğer parçalarda olduğu maça sandığı içerisine, gömlek meydana getirecek tarzda geçme birleştirmelerle yapılır.



Resim 3.5: Gömlek maça sandığı

UYGULAMA FAALİYETİ

Gömlek maçalı modellemenin maça sandığını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Maça sandığı montaj resmini üç boyutlu olarak oluşturunuz.	➢ CAD programında, modellemeye uygun olan maça sandığını üç boyutlu olarak çiziniz.
➢ Maça sandığı gerecini seçiniz.	➢ Maça sandığını, kaç parçadan oluşturacağınızı tespit ediniz.
➢ Maça sandığı gerecine göre tezgâh ve donanımları seçiniz.	➢ Maça sandığı profillerinin işleneceği şekilleri düşünerek tezgâh seçimi yapınız.
➢ Maça sandıklarını oluşturunuz.	➢ Maça sandığı parçalarını markalayınız. İç profilleri gerekli aletlerle işleyiniz. İşlediğiniz maça sandığı parçalarını monte ediniz.
➢ Maça sandığına üst yüzey işlemlerini uygulayınız.	➢ Maça sandığı üzerine pürüzleri gidermek için zımpara uygulayınız. Maçayı gerekli boya ile boyayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Maça sandığı çizimi için hangi program kullanılır?

A) ADSL B) CAD C) CAM D) WORD

2. Modelleme maça sandığı için hangi malzeme kullanılmaz?

A) Strafor B) Çelik C) Demir D) Alüminyum

3. Takım yolu oluşturmak için menüden hangi komut seçilir?

A) Edit B) Turn C) Future D) Configuration Manager

4. Yatay kalıplanan silindirik maça başları nasıl yapılmalıdır?

A) Ovalimsi B) Kare C) Üçgen D) Tam ölçüsünde

5. Maça sandığı neden çok parçadan yapılır?

A) İş zamanı verimlidir.
B) Sağlamlık sağlanır.
C) Mala yüzeyi belirlidir.
D) Malzeme fazlalığından

6. Maça sandığı bittikten sonra yüzeye ne uygulanır?

A) Tasarım B) Eğim C) Mala yüzeyi D) Yüzey işleme işlemleri

7. Modelleme iç boşlukları neyle elde edilir?

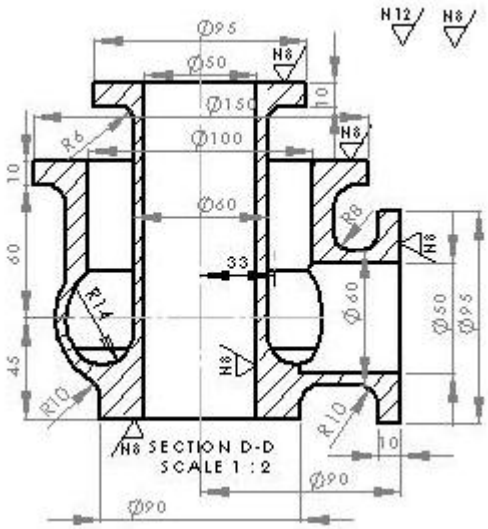
A) Maça sandığı B) Mala yüzeyi C) İşleme payı D) Çekme

DEĞERLENDİRME

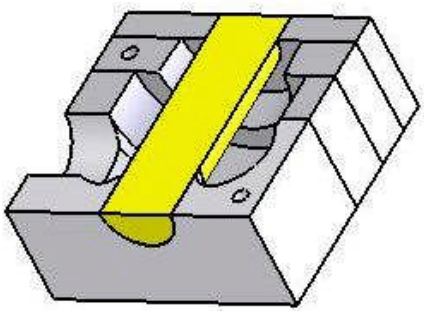
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda imalat resmi verilen soğutucu gövdenin, alüminyum ana gövde gömlek maça sandığı tasarımlarını CAD ortamında gerçekleştiriniz ve maça sandığını yapınız.



Gömlek maçalı model teknik resmi



Gömlek maçalı model maça sandığı

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Maça sandığı gerecinin tespitini yaptınız mı?		
2. Maça sandığının kaç adet kalıplanacağını belirlediniz mi?		
3. Kalıplama sayısına göre maça sandığı gerecini seçtiniz mi?		
4. Maça sandığının kaç parçadan oluşacağının tespitini yaptınız mı?		
5. Maça sandığı parçalarını oluştururken markalama yaptınız mı?		
6. Marka çizgilerine göre maça sandığı profillerini işlediniz mi?		
7. Maça başlarını eğim normlarına göre yaptınız mı?		
8. Maça sandığını karşılıklı olarak pimlediniz mi?		
9. Maça sandığı için üst yüzey işlemlerini maça sandığı üst yüzey işlemlerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**C**
3	**A**
4	**C**
5	**A**
6	**B**
7	**D**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**D**
3	**B**
4	**C**
5	**B**
6	**A**
7	**D**

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**A**
3	**D**
4	**A**
5	**B**
6	**D**
7	**A**

KAYNAKÇA

- EKMEKÇİ Nurettin, **Makine Model Meslek Resmi**, MEB Devlet Kitapları, SHÇEK Basımevi, Ankara, 2001.
- FİLİZER Ziya, İRKİN Ziya Orhan, **Genel Makine Modelciliği Cilt-1 Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları Millî Eğitim Basımevi**, İstanbul, 1978.
- FİLİZER Ziya, İRKİN Ziya Orhan, **Genel Makine Modelciliği Cilt – 2 Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları Millî Eğitim Basımevi**, İstanbul, 1978.